昭和 40 年 6 月 3 日　第三種郵便物認可　平成 12 年 1 月 10 日発行（毎月 1 回 10 日発行）富士時報　第 73 巻　第 1 号（通巻第 778 号）

ISSN 0367-3332

富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL

1

2000 VOL. 73

技術成果と展望

FUJI ELECTRIC

聞こえてきますか、技術の鼓動。—— **富士電機**

豊かな地球社会のために
富士電機は、今、—

電機システムカンパニー

主な事業
水処理システム，情報・通信・制御システム，計測システム，電力システム，環境装置・システム，産業用電源システム，車両用電機品，変電システム，火力機器，水力機器，原子力機器など

機器・制御カンパニー

主な事業
PLC＋インバータ＋アクチュエータの小システム，FA制御機器，低圧遮断器，モールド変圧器，駆動制御およびパワーエレクトロニクス機器など

電子カンパニー

主な事業
パワー半導体，IC，磁気記録媒体，感光体およびその周辺装置など

流通機器システムカンパニー

主な事業
自動販売機，ディスペンサ，自動給茶機，オープンショーケース，コインメカニズム，カードシステムなど

四つの事業領域を核として、
新しい技術の時代を
拓こうとしています。

2000 VOL.73 1

富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL

技術成果と展望

表紙写真

豊かな社会のありかたが単に物品の供給が豊富なだけでなく，環境保全を含め上質なサービスの提供を伴うものに変わりつつある。例えば上質な高齢者の介護，電気・水道・ガスをはじめ上質なライフラインの提供が望まれている。

一方，物品やサービスを提供する行政・公共事業，流通・金融サービス業，製造業などの事業者においては社会に貢献するためとはいえ，従来なみの人員やコストをかけることはもはや許されず，無駄のないスリムな業務形態が強く求められ始めている。このために事業者の業務処理システムの構築にあたっては，事業全体を視野に入れた課題解決（Total Solution）の手法が注目されている。これにはパーソナルコンピュータやインターネットの爆発的普及に見られる情報通信分野の技術発展が大きな力となっている。

表紙写真は，豊かな社会へのかぎをにぎるTotal Solution をシンボルとして，その恩恵にあずかる社会の情景をイメージ的に表現したものである。

目　次

新しい年を迎えて　2

ハイライト　4

研究・基盤技術　10
□電子デバイス・材料　□オプトエレクトロニクス・メカトロニクス　□パワーエレクトロニクス
□環境　□新エネルギー　□電力機器　□基盤　□生産技術

電力・エネルギー　20
□火力　□水力　□原子力　□電力変電　□系統保護制御　□配電　□放射線

産業用システム・機器　33
□パワーエレクトロニクス・電力変換　□情報機器・システム　□回転機・可変速駆動システム
□発変電システム　□電気加熱　□設備・機器

交通システム　44
□電気鉄道地上システム　□鉄道車両システム

公共・社会システム　48
□上下水道　□社会システム　□環境システム

情報通信・計測制御システム　54
□ソリューション　□コンピュータ・コントローラ・ネットワーク　□計測・制御システム
□計測機器　□ビジョン・レーザ

システムコンポーネンツ　69
□プログラマブルコントローラ　□器具　□回転機・可変速機器

情報機器関連コンポーネント　78
□磁気ディスク媒体　□感光体

電子デバイス・半導体　81
□ IC　□パワー半導体

流通機器　86
□自動販売機　□フードサービス用機器　□店舗用機器　□通貨関連機器

技術業績の表彰・受賞一覧　91

富士時報　VOL.73　NO.1　掲載項目一覧　92

新しい年を迎えて

新年あけましておめでとうございます。

皆様方には，抱負も新たに西暦2000年のよき新春をお迎えのこととお慶び申し上げます。

昨年を振り返ってみますと，世界経済では，アメリカ経済は好調持続，ヨーロッパ経済は緩やかに改善，アジア諸国も回復基調となっています。一方，わが国の経済は長引く不況を脱すべく政府の大型予算など緊急経済対策による景気テコ入れで一部の業種については回復基調を見せているものの，個人消費や民間設備投資の低迷など，経済の自律的回復は未だ不十分であるうえに，住宅投資や公共投資にも陰りが見え，円高傾向も相まって，先行きの見えない状況で推移しております。

このような事業環境のなかで当社はカンパニー制や執行役員制の実施など経営システムの刷新を図り，加えて事業構造の大胆な改革を行い，21世紀を目の前にしたこの変革の時代の企業にふさわしい姿に変貌すべく努力しております。国境や地域を越えた大競争時代の現在，当社は一方で上述のごとき改革を行いながらも，他方ではメーカーであることの原点に立ち返り，社会そしてお客様が求め，期待している製品・サービスを創り，お届けしようと努めております。その源泉は技術開発であり，新技術・新製品の開発で環境問題，エネルギー問題，ビジネスの高度情報化をはじめ地球社会が抱えるさまざまな課題に，富士電機ならではのソリューションでお応えしてまいりました。本号ではこれらの技術的な成果につきその一端をご紹介させていただきます。

新エネルギー分野では，燃料電池とアモルファス太陽電池の開発に力を入れています。りん酸形燃料電池はオンサイト用機の長寿命・コストダウンを図った商品化開発を進め，100 kW 機を納入し運転を開始しました。引き続き，さらなるコストダウンと燃料の切替えにより防災用に対応できるような 100 kW 高機能機の開発を進め本年には製品化が完了します。輸送機用や小規模分散電源として注目されている固体高分子形燃料電池については経時的な電圧低下の少ない高信頼性技術の開発を行い，１kW 機での長時間検証を行っています。アモルファス太陽電池については量産技術と変換効率向上のための開発を行っており，富士電機独自のフレキシブルタイプの特徴を生かしたモジュールの開発を進めています。

火力発電分野では IPP や自家用発電所用の 300 MVA までの容量の 2 極空気冷却タービン発電機設計合理化検証が完了し，製品の設計・製作を開始しました。従来に比べて著しく小形，省スペース化が具現化されております。製造合理化設備導入でお客様に高品質な製品を短納期で提供できる体制を整えております。また，1,100 MVA，510 kV 昇圧変圧器を石炭火力発電所用に納入し，火力発電所用大容量昇圧変圧器での実績を高めました。

産業用機器では昇圧変圧器を用いないマルチレベルインバータを開発しました。3.3 kV 機の開発を完了して納入を始め，引き続き 6.6 kV の開発を完了しました。高耐圧・大容量 IGBT の適用により GTO サイリスタ適用のものよりさらに省エネルギー，低高調波の高圧誘導電動機の直接駆動システムの提供が可能となりました。

当社は以前から素材・加工組立・エネルギー産業・社会インフラ・流通などのお客様に電気設備，生産設

備，制御・監視システムなどを提供してきましたが，これらの経験とお客様の信頼のうえに情報技術（IT）を生かしたソリューションサービスの提供を本格的に始めました。すでに「Solution_MEISTER」として各種のツールを開発しましたが，サプライチェーンマネジメント（SCM）による，購買・生産・物流の最適化のための各種計画・予測ツールを用いたコンサルティングメニュー，マーケティング分析支援システムなどを開発しました。製造・物流システムのソリューションとしてシステムの企画・構築・運用の体系化を行い，コンサルティング段階からのトータルソリューションを提供いたします。

計測システムでは従来からの分散形制御システム（DCS）の資産を継承しながら信頼性と高速応答性を確保しつつオープン化に対応できるオープン統合化分散監視制御システム「MICREX-AX」を開発しました。

制御システム用コンポーネント分野では統合コントローラ「MICREX-SX」を核とし，加工・組立産業用機械制御システムの構築環境を充実させました。高性能サーボシステム「FALDIC-α」の系列拡大開発と高速高精度ベクトル制御インバータの製品化と合わせ多様かつ高度なニーズにお応えできます。

磁気ディスク装置ではテキストから静止画像，さらには動画像と情報の急速な増大が進み記憶装置の大容量化・高速化が著しく進展しており，コンピュータだけではなく家電製品にも導入されつつあります。このような背景から記憶密度の増大は 100 %/年と従来の倍近い進みとなっています。当社はこの動向に基礎・基盤的な技術と最先端の分析・解析技術，極薄薄膜形成を行う CVD 成膜技術，磁性層の成膜精密制御技術により 10 G ビット/in^2 の製品の量産体制を整え，20 G ビット/in^2 の開発を行っています。

パワー半導体ではパワーデバイスとお客様の用途に合わせた独自提案の回路技術による制御回路を統合しパッケージ化した「M-POWER」を製品化しました。低消費電力のパワーデバイスとお客様の用途に合わせた省エネルギー機能を達成する制御回路の組合せというソリューションがコンセプトです。

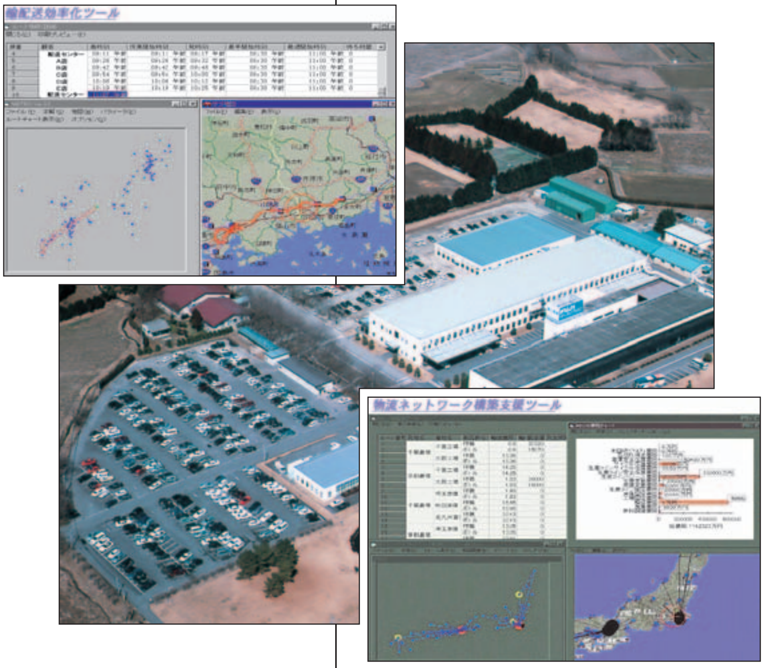
自動販売機では多種多様な商品への対応やロケーションへの対応，環境との調和，トータルコストの合理化などに応えられる製品を開発しました。デザインを一新したインテリア調のアーバンシリーズは屋内・屋外に対応でき景観に合わせてコーディネートできる設計としています。温度・ガス圧・発泡量制御などの技術を生かした，樽生カップベンダは樽詰めのビールを品質を保ちつつカップで販売できる世界初の製品です。また，社会問題となっている変造貨幣への対応や各種金銭処理機器の開発で流通市場のニーズにお応えしています。

環境にやさしい製品がますます必要とされていますが，電子部品・機器に多用される富士電機独自のはんだの鉛フリー化技術を開発しました。従来のスズと鉛のはんだに代わり高融点用にスズと銀，低融点用にスズとビスマスのはんだを用い，複数元素の添加によって優れた機械的特性と信頼性を引き出すことができました。すでに製品への適用を始めています。

富士電機は独創的な技術と心のこもったサービスで，お客様の期待に応え，最大の満足を提供できるよう，今後とも技術の研鑽に励んでまいります。皆様のご指導・ご鞭撻を心よりお願い申し上げます。

取締役社長　沢 邦彦

トータル物流ソリューション



富士電機は，ロジスティクス全般における企画・構築・運用の各フェーズに対応するソリューションサービスを体系化した。今回特に企画段階におけるソリューションサービスメニューとして以下のツールを開発し，コンサルティング業務への活用や企業の経営戦略部門への適用を図っている。

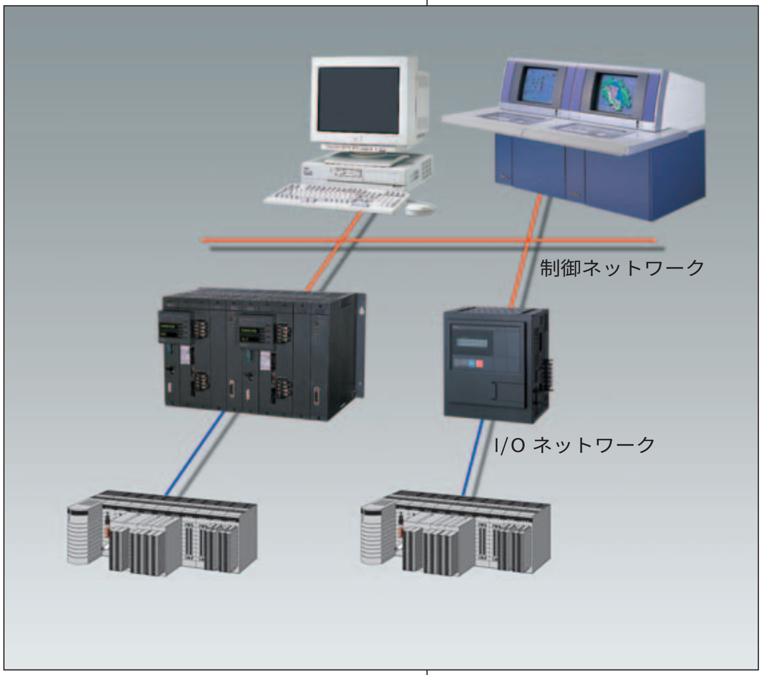
(1)　物流ネットワーク構築支援ツール

工場ー倉庫ー顧客間のロジスティクスネットワークを構築するツールである。工場での生産量，生産ライン設置の是非，倉庫の在庫量，在庫拠点設置の意思決定を支援する。

(2)　輸配送効率化ツール

制約条件（配送先への時間・車種指定，道路の平均速度など）を変化させながら，拠点から配送先への最適な配送計画を求める。

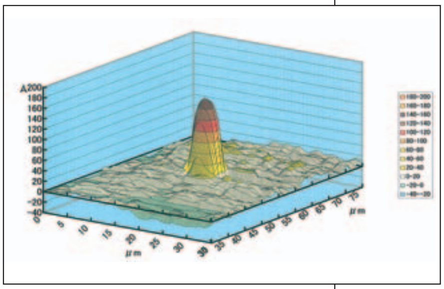
オープン統合化分散監視制御システム「MICREX-AX」



「進化と継承」および「オープン化」をコンセプトとして，オープン統合化分散監視制御システムを開発した。オペレータステーションおよびデータベースステーションにパソコン技術を適用し，操作性を向上させた。制御ネットワークに，Ethernet をベースにリアルタイム性・信頼性を確保した標準ネットワーク FL-net を適用した。横河電機(株)と共同開発した次世代 PIO システムは，I/O ネットワークに Ethernet を適用し，世界標準をめざしている。

従来の分散形制御システム（DCS）の財産を継承し，信頼性・高速応答性を維持し，情報化，オープン化，ネットワーク化により情報システムと制御システムを統合する，将来にわたり進化を続けるシステムである。

光学的磁気ディスク媒体検査装置



磁気ディスク装置の高記録密度化と磁気ヘッド浮上量の低下に伴い，磁気ディスク媒体の検査装置には検出分解能のさらなる向上に加え，新たに表面の微小立体形状を計測する機能が要求されている。

富士電機では，金属表面の形状評価，解析を高い分解能で行うことが可能な表面検査装置を開発し，垂直方向分解能 1 nm を達成した。本装置は金属表面上の局所的な高さ変位を光学的に検出し，再現性の高い高精度位置決め機構と高速大容量の信号処理装置によって，広い範囲にわたって高さ情報を復元，評価，解析することができる。また，クリーン度の高い検査を実現する，人手を介さない自動検査機能，視点移動，ズーム可能な立体形状描画機能などの特長がある。

高圧 IGBT インバータの系列拡大

省エネルギーを目的としたファン，ポンプ，ブロワなどの可変速運転用として，出力トランスレスで高圧電動機を直接駆動できる IGBT インバータをすでに製品化し販売している。さらに適用範囲の拡大を図るため，従来の中大容量系列に加え小容量系列を製品化した。主な特長は次のとおりである。

(1)　単相 3 レベルインバータのスター結線方式による省スペース化実現，信頼性向上。

(2)　高効率（約 98 %），高力率（95 %以上）かつ省エネルギー運転モード搭載。

(3)　富士電機独自のマルチレベル PWM 制御による電動機にやさしい出力電圧の実現。

(4)　簡易センサレスベクトル制御，32 ビット RISC，DSP 搭載により安定性向上，高応答・高精度を実現。

電源開発(株)橘湾火力発電所納入
510 kV　1,100 MVA 主変圧器

富士電機は，このたび電源開発(株)橘湾火力発電所向けに 2 号機用の 510 kV 1,100 MVA 主変圧器を納入した。

富士電機ではすでに東京電力(株)および東北電力(株)に 275 kV 1,100 MVA 級の発電所用主変圧器を 2 台納入している。これらで培った大容量変圧器設計技術に超々高圧絶縁設計技術を組み合わせて製作したもので，電圧・容量ともに国内最大級の変圧器である。

この変圧器は防音建屋内に収納し，騒音レベルは 65 dB 以下としている。高圧側はケーブル引出しで 420 kV 高性能ガス絶縁避雷器を取り付けており，低圧側は相分離母線に接続される。

1999年12月に受電し，試運転の後2001年 1 月に営業運転開始の予定である。

高性能ベクトル制御インバータ
「FRENIC5000VG7 シリーズ」

高性能ベクトル制御インバータ VG5 シリーズの後継機種として，大幅なモデルチェンジを行った VG7 シリーズを開発・発売した。主な特長は次のとおりである。

(1)　グローバル商品：各種国際規格に対応，各種オープンバスにインタフェース可能。

(2)　多様な制御方式：ベクトル，センサレスベクトル，V/F，同期電動機制御に対応。

(3)　業界トップレベルの制御性能：速度応答 100 Hz，電流応答 800 Hz を達成。トルクリプルを従来比で 1/2 に低減。

(4)　システム対応力の向上：ユーザープログラム可能なテクノロジーカードを搭載可能，インバータ支援ローダの充実。

(5)　内蔵機能の充実：PID 演算，振動抑制，オブザーバ，応荷重制御，位置制御など。

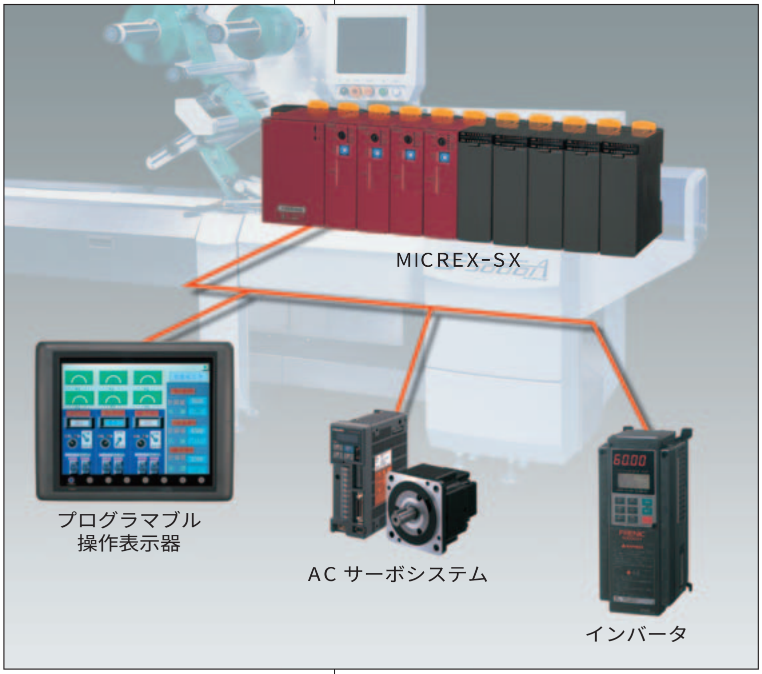
統合コントローラ「MICREX-SX」による機械制御システム

加工・組立産業向けの機械制御用システムコンポーネントの品ぞろえとその構築環境を大幅に充実させた。特に，システムの製作およびコスト競争力の面で顕著な効果を上げ，包装機，印刷機，押出機など広く納入実績を得た。以下に適用システムの特長を記す。

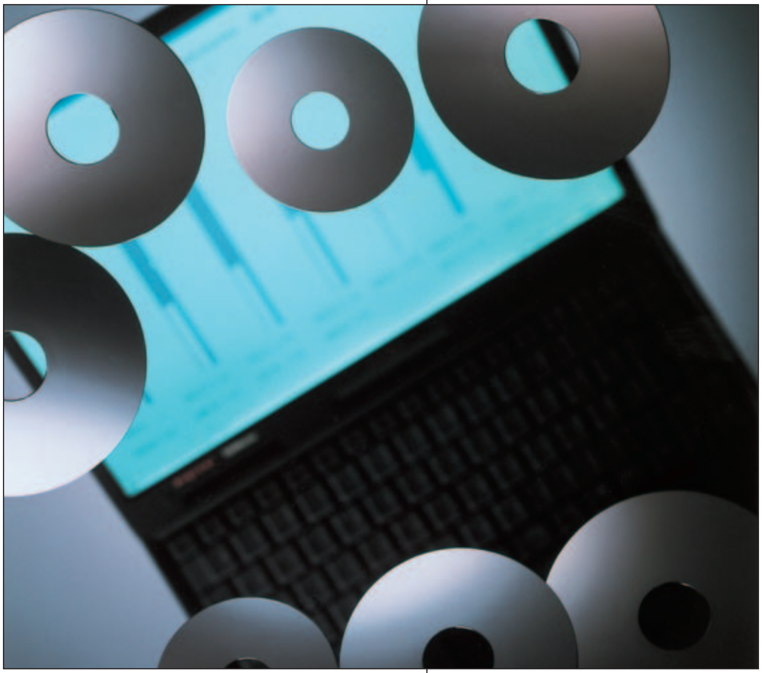
(1)　統合コントローラとサーボ駆動装置およびプログラマブル操作表示器（POD）間を SX バスで接続し，高速で精緻（せいち）な位置決め制御により機械駆動系のシンプル化と省線化を実現。

(2)　システムの構成要素として，各種の機能ブロック（ソフトウェア）を備え，機械設備の多様な制御機能への柔軟な対応。

(3)　国際規格 IEC61131-3 に準拠した構造化言語と SC マトリックスによりユーザーのソフトウェア生産性の向上。



10 G ビット/in^2 の高記録密度磁気ディスク媒体



磁気ディスク装置（HDD）は GMR ヘッドの実用化に伴い，年率 100 %を超えるスピードで大容量化が進んでいる。これに搭載される磁気ディスク媒体の面記録密度は 10 G ビット/in^2 に達し，これを実現させるために以下に記す要素技術の開発に取り組んだ。

(1)　ヘッドの低浮上安定性を確保するための基板の微小うねり，ロールオフの低減。

(2)　精緻（せいち）性の高いテクスチャ技術。

(3)　多層化によって格子整合，初期成長層を制御する媒体ノイズの低減技術。

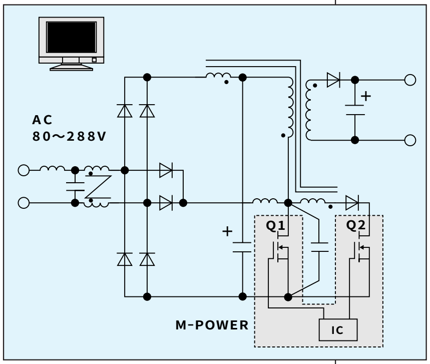
(4)　スペーシングロスを最小とする薄くてかつ緊密な CVD-C 保護膜。

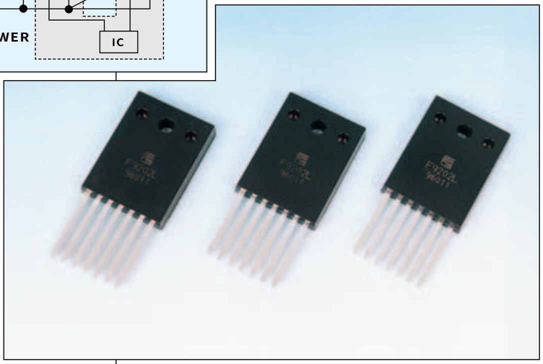
長手記録方式で 20 G ビット/in^2 を超えるのはもはや時間の問題であり，すでに新たな開発課題への取組みを開始している。

電源用インテリジェントデバイス「M-POWER」

スイッチング電源は低消費電力，高調波・ノイズの低減など環境への配慮が求められている。そのため一つのコンバータでこれらの要求に対応できる一体トランス方式の電源を開発し，専用マルチチップパワーデバイス「M-POWER」として商品化した。

(1)　待機時入力電力 3 W 以下では「エナジー2000」に適合：サブ電源不要。
(2)　高効率：スナバエネルギー回生。
(3)　高調波規制クラス D 適合：アクティブフィルタ不要。
(4)　低ノイズ：ソフトスイッチング。
(5)　画面ノイズが小さい：PWM ソフトスイッチングで水平信号と同期運転可能。
(6)　ラッチ付き保護による保護の充実：過電流，短絡，過熱，過電圧。





樽生カップベンダ（FSCB-100）

樽（たる）詰め生ビールを，カップにて安定した品質で販売する世界初の自動販売機を開発した。

主な特長は次のとおりである。

(1)　水冷式と空冷式を併用したダブル冷却システムを採用し，ビールの鮮度維持と安定注出を可能にした。
(2)　ビールの温度を検出し，適正ガス圧力に調整する全自動ガス圧力コントロールシステムを採用した。
(3)　面倒な配管洗浄をボタン一つで可能にしたオート洗浄システムを採用し，メンテナンスの簡略化を図った。
(4)　新しい 2 樽自動切換機構を開発し，樽の先入れ先出し鮮度管理，発泡量の抑制，そしてビールロス量の低減を図った。

アーバンシリーズ自動販売機

インテリア調の屋内専用自動販売機（自販機）として好評であった「フェーズII」シリーズに代わり，デザインコンセプトを一新した新シリーズを開発した。

主な特長は次のとおりである。

(1)　新シリーズでは，缶，カップ，紙パック，たばこ自販機をラインアップ。

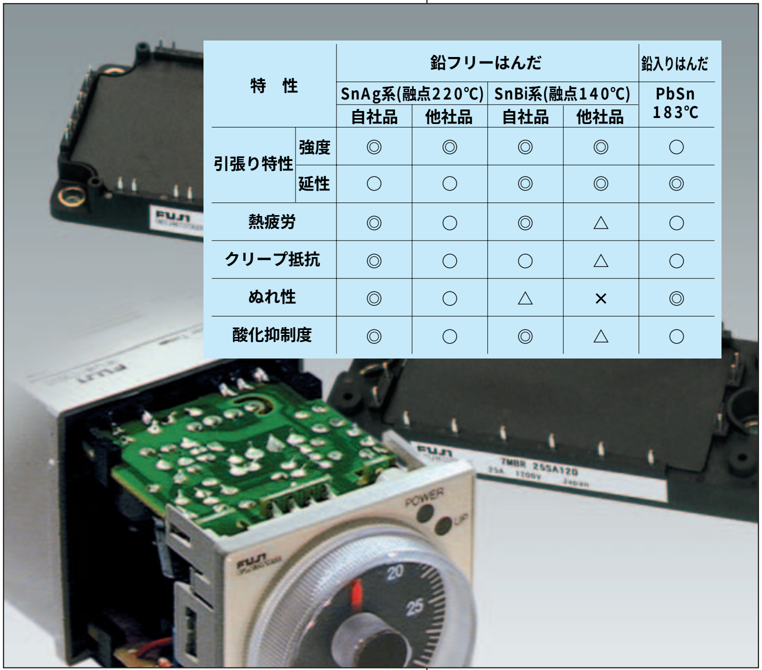
(2)　屋内設置に加え，景観対応にも適応できる屋外設置可能な構造の採用（缶・たばこ自販機のみ）。

(3)　設置環境に合わせて，コーディネートできる着脱可能パネルの採用。

(4)　千円札とカードが同一機で使用可能。

設置場所を選ばないデザインや多様な販売商品対応，省エネルギー機能の充実などで好評を博している。

鉛フリーはんだ



特　性		鉛フリーはんだ				鉛入りはんだ
		SnAg系(融点220℃)		SnBi系(融点140℃)		PbSn 183℃
		自社品	他社品	自社品	他社品	
引張り特性	強度	◎	◎	◎	◎	○
	延性	○	○	◎	◎	◎
熱疲労		◎	○	◎	△	○
クリープ抵抗		◎	○	○	△	○
ぬれ性		◎	○	△	×	◎
酸化抑制度		◎	○	◎	△	○

環境汚染防止のため電子機器に使用されているはんだの鉛フリー化が求められている。富士電機はこの課題に取り組み，Sn-Ag 系（融点 220 ℃）と Sn-Bi 系（140 ℃）の 2 種類のはんだを開発した。いずれも複数元素を添加したもので，表に示すごとく，従来の鉛入り共晶はんだや一般の鉛フリーはんだ（SnAgCu，SnBiAg）と比べ多くの点で優れている。とりわけ Sn-Ag 系は引張り強度，熱疲労，クリープ抵抗，ぬれ性，酸化抑制度など総合的評価が高く，Sn-Bi 系もぬれ性を除いて良好な特性を示している。

開発したはんだをすでに富士電機の電子機器製品の一部に適用しているが，今後はさらにその適用範囲を拡大する予定である。

研究・基盤技術

電子デバイス・材料
オプトエレクトロニクス・メカトロニクス
パワーエレクトロニクス
環　境
新エネルギー
電力機器
基　盤
生産技術

展　望

富士電機の研究開発は，電子・情報・環境・エネルギーにかかわる分野に重点を絞って集中的に取り組んでいる。具体的な取組みにあたっては，新技術・新製品を創出できる創造的な技術開発に重点指向しており，これらを通じて着実に基礎・基盤技術が蓄積されてきている。

材料・デバイス分野では，半導体や磁気ディスク媒体の開発を支える分析技術として，絶縁性材料に関して測定中に帯電する電荷を補償した深さ方向の元素濃度の分布測定法や，原子間力顕微鏡の測定探針と潤滑材の親和力を利用した高分解能分布測定法を確立した。

低電圧駆動が可能な自己発光型の表示デバイスとして注目されている有機 EL ディスプレイについて，色純度の向上をはじめフルカラー化へ向けた基礎的な検討を進めた。

パワーデバイスの次の材料として期待されているシリコンカーバイド（SiC）では，イオン注入などプロセスの基礎検討を進め，移動度の大幅な向上を実現した。

電源 IC の基準電圧の精度向上，レギュレータの耐ノイズ性向上，セルライブラリー化など，基盤技術の強化を推進した。また，超小形の DC-DC コンバータ技術を開発した。さらに，パワーデバイスでは，ブレークスルーをめざした幾つかの研究課題に取り組んでいる。磁気ディスク媒体では，年率 100 %に及ぶ高記録密度化に対応した基板，磁気層，保護膜の開発，高信頼性のための HDI（Head Disk Interface）技術，コストダウンのための新試験技術を開発した。

環境分野として，水処理分野では，最近話題になっているクリプトスポリジウムの消毒技術として，オゾン滅菌システムを開発した。また，オゾン注入による高度水処理システムでは，トリハロメタンの生成はもちろん，臭素酸イオンの生成も抑制する制御システムを開発した。水処理用計測機器の開発として，水質安全モニタに引き続き，河川の突発性水質事故の 80 %を占める油混入事故に対応する油膜センサを開発した。廃棄物処理技術として，原子力発電所の高レベル放射性廃棄物のイオン交換樹脂を高周波プラズマ（ICP）で酸化・減容・灰化する技術を開発した。

燃料電池の分野では，1998年から出荷を開始したりん酸形オンサイト用 100 kW 商品機（FP-100E）の 2/3 のコストを目標とした商品機（FP-100F）の開発を推進している。さらに，用途拡大のため生ごみ発酵メタンを燃料としたシステムの検討を行っている。一方，都市ガス用のコンパクト改質器を適用した水素発生装置を大阪ガス(株)と共同で開発した。

太陽電池分野では，新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の国際共同実証研究の一環としてベトナムに建設していた「太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム」が完成し，実負荷による運転を開始した。

電力機器分野では，特別高圧用真空バルブを搭載した C-GIS の開発において，電極間での縦磁界の利用技術と電極表面の化成による特性改善に著しい進捗（しんちょく）があった。大形回転機では，高圧インバータ駆動誘導電動機の絶縁システムの構築に向けて，試作試験を含む技術検討を進め，一部を設計基準として整備した。

パワーエレクトロニクス分野では，被駆動電動機の零相インダクタンスをチョッパ部平滑リアクトルとして併用する新しいインバータ主回路の特性解明が進んだ。また，バーニアトルクを利用したざん新な低速大トルク電動機の試作試験を終了させ，実用化に向けて大きく前進した。

自動販売機分野では，冷却・加熱，断熱，接着などの基盤技術を駆使した商品開発を進め，ショーケースでは省エネルギー率 50 %のインバータによるトータル制御システム「エコマックス V」を開発した。

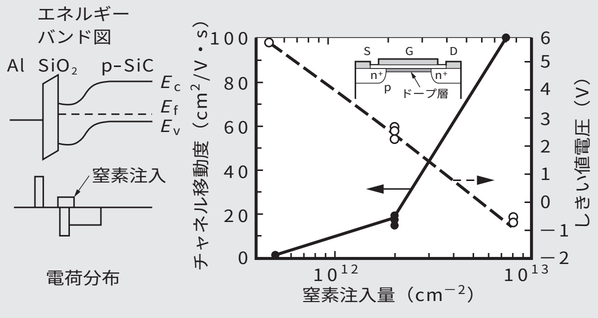
生産技術の分野では，厚さ 100 μm のシリコン基板の研削・研磨技術，厚さ 18 μm のダイアフラムのプラズマエッチング技術，シリコン構造体とガラス基板の陽極接合技術を開発し，センサチップを試作した。トレーサ粒子を含む気体の流れをレーザ照射法で可視化，平均流速をベクトル表示する技術を確立し，冷却ファン内渦発生の解明により，低騒音化を図った。電子機器の高密度実装化に対応して，プリント配線基板上にベアチップを直接接合するため，120 μm ピッチの金バンプ/はんだ接合方式，および 200 μm ピッチのはんだバンプ/ACF 接合方式によるフリップチップ実装技術を開発した。

電子デバイス・材料

1　SiC デバイスの基礎技術

シリコンカーバイド（SiC）は絶縁破壊電界強度がシリコン（Si）よりも１けた大きいことから，将来の低損失パワー素子への応用が期待される半導体材料である。絶縁形ゲートを有する電界効果形トランジスタ（MOSFET）はSiC デバイスのなかで最も有望なデバイスの一つである。しかし，酸化絶縁膜と SiC との間に良好な界面を形成することが困難で，チャネル層の移動度が低いという問題点があった。そこで，図に示すようにｐ形のチャネル層にｎ形の不純物である窒素をイオン注入してチャネル層の幅を従来よりも広くすることにより移動度を大幅に向上させた。今後は，要素技術の高度化を図りデバイス特性の改善をめざす。

図１　MOSFET の移動度の改善



2　有機発光素子

情報機器表示のカラー化・動画化に伴い，液晶を超える高品位なフラットパネルディスプレイへの要求が高まっている。富士電機では，次世代情報機器用途をめざして，有機発光素子を用いたフルカラーフラットパネルディスプレイの研究開発を推進している。

現在，材料・プロセス・評価・駆動回路などの基礎技術の立上げと基本性能の確認を終了し，カラーパネルでの実証試験を推進中である。

今後は，以下の課題を達成し，総合的なディスプレイ設計技術の開発を行い，早期の実用化をめざす所存である。

(1)　実用レベルの信頼性確保

(2)　表示品質の向上

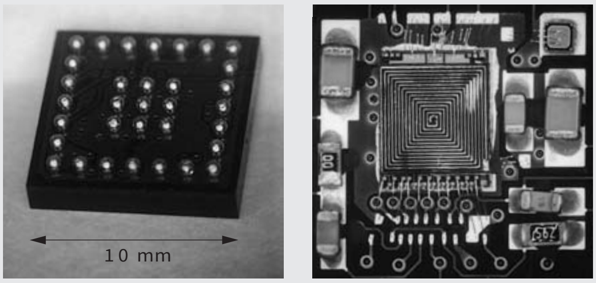
(3)　有機薄膜プロセスの設計

図２　1.3 インチ有機発光カラーディスプレイ

3　電源の小形化技術

近年の携帯用電子機器における小形化，薄形化，軽量化のニーズにこたえる，リチウムイオン二次電池対応の超小形・薄形のマイクロ DC-DC コンバータを開発した。従来の電源回路の構成部品中で最も占有体積の大きかったインダクタを薄膜プロセスで形成することを可能にし，半導体デバイス上への一体形成を可能にした。半導体デバイスには，専用の高速スイッチング MOSFET を内蔵した高周波（3 MHz）PWM 制御 IC を開発し，高効率（83 %）を達成している。また，電源モジュールの組立には，MCM（Multi-Chip-Module）実装技術を用いた樹脂封入 BGA（Ball-Grid-Array）パッケージを採用し，出力 1 W クラスでは世界最小のサイズ〔10×10×1.8（mm），電力密度 5 W/cm^3，入出力コンデンサ内蔵〕を実現している。

図３　パッケージの外観（左）とパッケージの内部構成（右）



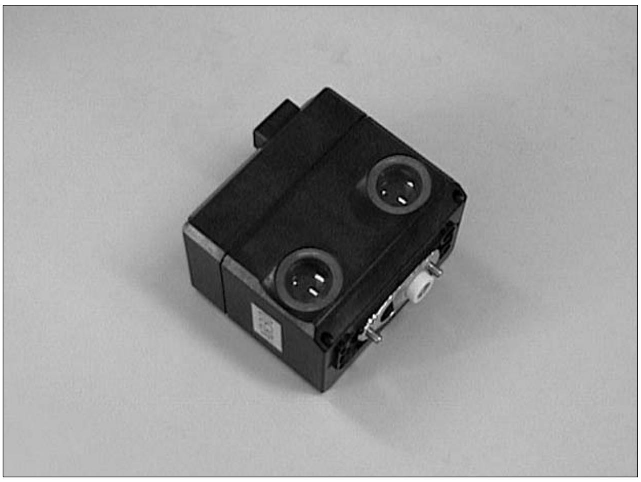
オプトエレクトロニクス・メカトロニクス

1　自動車用距離センサ

交通事故防止のため，車間距離警報，後側方などの死角車両警報，前車追従制御などの運転者支援システムの開発が活発であり，車両搭載が容易な小形，安価な距離センサの必要性が高まっている。

富士電機では，これらのシステムへの適用が可能な，小形，低コストなパッシブ三角測距方式の距離センサを開発した。開発した距離センサは専用のマルチライン CCD（電荷結合素子）および専用の距離演算 IC を採用し，センサ視野内の二次元距離分布の測定，逆光・夜間などの悪条件下での高精度な距離測定，高速な距離演算処理などを実現した。さらに，二次元距離分布から測定対象を認識するアルゴリズム開発も行い，先行車両，歩行者などの検出も可能である。

図4　自動車用距離センサ



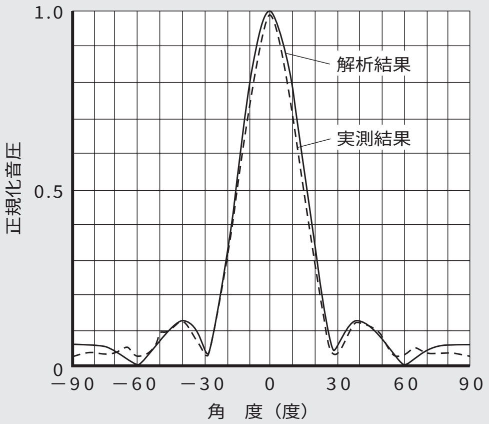
2　超音波音場解析技術

超音波技術は，流量計，超音波モータなど，幅広い用途に用いられている。これらの製品の性能を向上し，安定した品質を得るためには，超音波素子から得られる音場の定量的な解析手法の構築が重要なものとなる。

富士電機では，超音波素子の振動面を微小な面積からなる音源の集合と見なした離散化を行い，音源から発生する音波の波動方程式から空間上の音圧を算出するシミュレーションプログラムを開発した。このプログラムでは，任意の点，面での音圧および指向性を算出することができる。

試作した超音波素子の指向性について適用した結果，実測結果と解析結果はよく一致し，解析手法の妥当性を確認することができた。

図5　解析結果と実測結果の比較



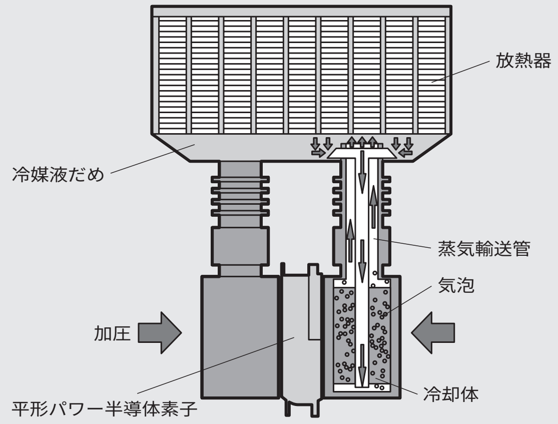
3　平形パワー半導体素子の冷却技術

地球環境に適合する平形パワー半導体素子の沸騰冷却システムを構成するために，水系冷媒を適用する技術を開発した。素子と冷却体は交互に配置されてスタックを構成するが，水系冷媒を適用する場合，素子ー冷媒間に絶縁構造を設けることから熱流経路の熱抵抗値が増大するため，低熱抵抗の冷却体を開発した。

図は平形パワー半導体素子の沸騰冷却システム構成を示す。冷却体内部構造の工夫により，絶縁構造を含めた冷却体の熱抵抗値は従来のフッ化炭素用冷却体と同等であり，冷却体の厚さは 30 %薄形化（従来当社比）を達成した。

今後，この冷却システムを富士電機の関連する各事業分野のパワーエレクトロニクス機器に展開する。

図6　平形パワー半導体素子の沸騰冷却システム構成



パワーエレクトロニクス

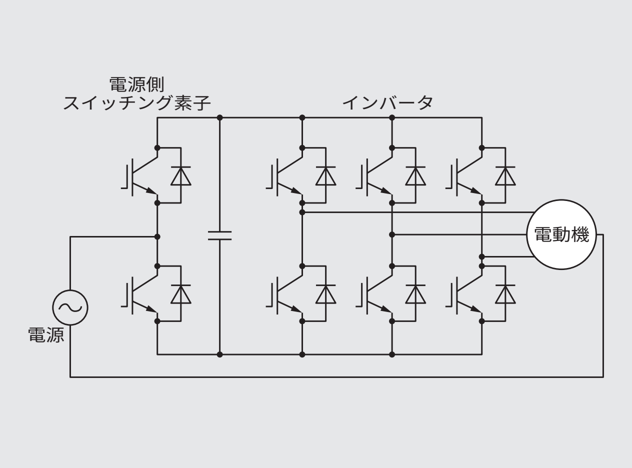
1　高入力力率・高調波低減可変速駆動用回路

近年，電気機器から電源系統に発生する高調波電流が問題になっている。インバータでは，リアクトルの追加によって高調波電流を低減できるが，容積，質量が増加する。

富士電機は，外付けのリアクトルを用いることなく，高調波電流を「家電・汎用品高調波抑制ガイドライン，クラスA」まで低減可能な電力変換回路技術を開発した。

この回路は電動機の中性点を利用し，電動機の漏れインダクタンスを入力リアクトルとして利用する。入力電流は電動機にとって零相分電流となり，インバータのゼロベクトルと電源側スイッチング素子を用いて入力電流を正弦波状に制御する。この結果，開発した回路は同種の従来形回路よりスイッチング素子数を二つ少なくできる。

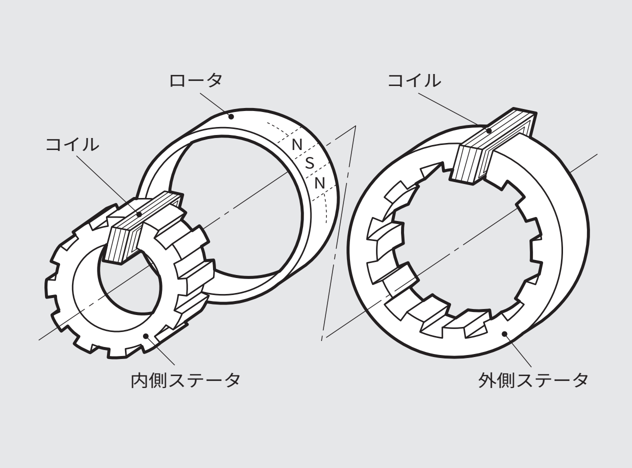
図７　開発した電力変換回路の主回路構成



2　低速大トルク電動機

エレベータや搬送機器など，低速にて大トルクを要する負荷の駆動装置としては，電動機に減速ギヤを付加する形態が普通であるが，装置が大形化したり高コスト化する欠点がある。富士電機では，それらの負荷のギヤレス駆動をめざし，原理的に低速大トルク特性を有する永久磁石形バーニアモータの基礎研究を行っている。現在までに，一次試作機の製作とその基礎特性の評価を完了している。この試作機では，低速大トルク特性を最大限に引き出すために，リング形のロータの内外にステータを設け，かつコイルをステータヨークの周りに施すという形態を採用している。これによって，通常の永久磁石形電動機に比べ，同一体積で２〜３倍のトルクを発生できる。今後はさらなる大トルク化を図り，製品展開を行っていく予定である。

図８　新形低速大トルク電動機の構造図



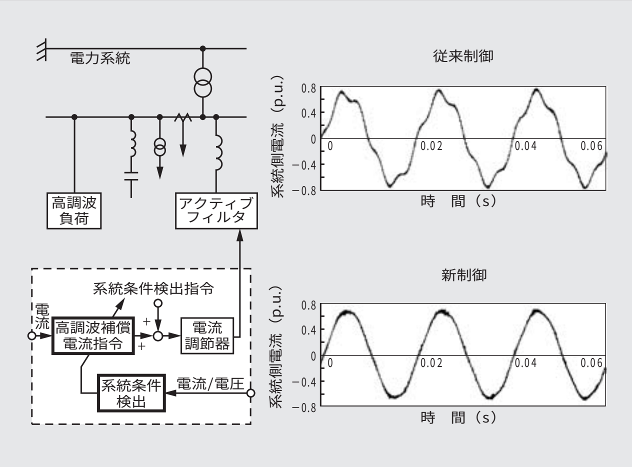
3　適応制御形アクティブフィルタ

電力系統の高調波規制に対応するため，パワーエレクトロニクス技術を応用したアクティブフィルタの適用が進んでいるが，その高調波補償効果は系統条件に影響されることが知られている。

富士電機では，各系統条件下において無調整で常に最大の補償が得られる新しいアクティブフィルタ制御技術を開発している。これは，まず系統条件を認識するために微小信号を注入し，アクティブフィルタを含む系統の共振・反共振点などの周波数特性を検出する。そしてこの情報に基づく最適パラメータにより進み補償を行う。これら一連の動作は制御系内でリアルタイムに実行させるものである。

詳細シミュレーションによりその有効性が確認できており，今後は実機への展開を図っていく。

図９　新規開発制御系と補償波形



パワーエレクトロニクス

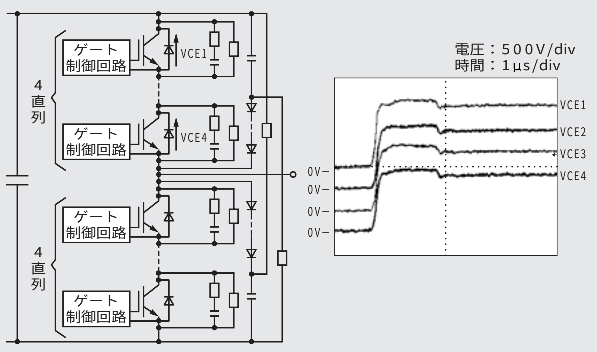
4　平形 IGBT の適用技術

富士電機では，高信頼性，低熱抵抗特性などの特長を持った，富士電機独自の高耐圧・大容量平形 IGBT の大容量電力変換装置への適用技術の開発を推進している。

無効電力補償装置など，電力系統との連系制御に用いる数十 MVA 級以上の自励式大容量電力変換装置を実現するためには，半導体デバイスを直列に接続し，装置の高電圧化を図る必要がある。

このたび直列接続が容易な構造を持つ富士電機製高耐圧大容量平形 IGBT（2,500 V/1,800 A）を適用した 4 素子直列接続技術を開発した。今回開発した方式は半導体デバイスの直列接続時に最も問題となる素子電圧分担をゲート制御によりバランス化させるものである。この方式により，当社従来比約 50 %のスナバ回路の小形化，およびスタック回路構成の簡素化を達成した。

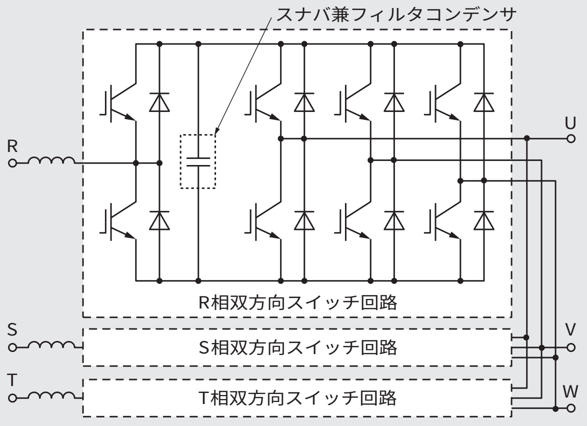
図 10　IGBT4 直列スタック回路構成と電圧波形例



5　昇降圧形直接変換回路

一般に，AC–AC 変換回路は交流電力を直流電力に変換し，さらに直流電力から交流電力に変換する方式である。しかし，直流電力を蓄えるための電解コンデンサは装置の小形軽量化・長寿命化の大きな妨げとなっている。富士電機では，電解コンデンサを用いないで交流電力を周波数や振幅の異なる交流電力に変換する直接変換回路の開発を行っている。図に昇降圧形直接変換回路（三相－三相）の構成を示す。このような回路構成とすることで直接 AC–AC 変換・昇降圧動作が可能であり，装置の小形軽量化・長寿命化が期待できる。そこで，高周波スイッチング技術（15.6 kHz）を用いて機能試作器（10 kVA）の動作を確認した。その結果，入力電圧 AC100 V から出力電圧 0 〜 AC200 V への昇降圧動作，入力電流ひずみ率 5.9 %，出力電圧ひずみ率 3.7 %を実現した。

図 11　昇降圧形直接変換回路（三相－三相）

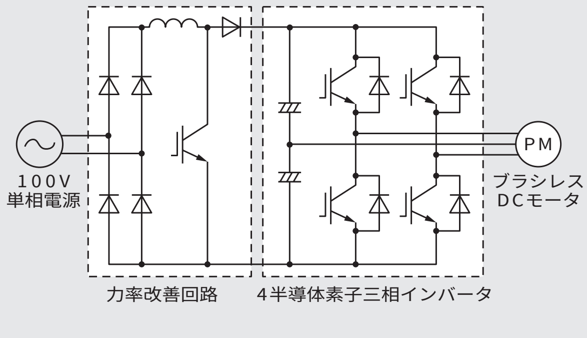


6　ブラシレス DC モータ用高効率変換回路

富士電機では家電用インバータ向けに，インバータ部の半導体素子数の低減を図った新しい主回路方式によるブラシレス DC モータ用駆動システムを開発した。図にインバータ部の半導体素子数を 4 個で構成する主回路図を示す。

この回路はモータの第 3 相を直流中間回路の中性点電位から出力していることを特徴としており，半導体素子数の低減により，変換器の高効率化を実現している。さらに，従来の一般的な半導体素子 6 個によるインバータ方式に対して，より低速運転領域から PAM 制御運転が実現できるため，ブラシレス DC モータの低速運転時におけるインバータ部のスイッチング損失の低減，およびモータのキャリヤ損失が低減できる。富士電機の実験結果から，従来方式に対して総合効率で最大 2.5 %程度の高効率化が実現できた。

図 12　ブラシレス DC モータ用高効率変換回路



環　境

1　膜利用型高度浄水システム

膜沪過法は処理水質に対する信頼性が高い，自動運転が可能である，設置面積が小さい，などの利点から，近年小規模浄水場を中心に急速に広まりつつある。一方，大・中規模浄水場への適用を考えると，一層の浄水コストの低減および，より高度な処理が必要となる。

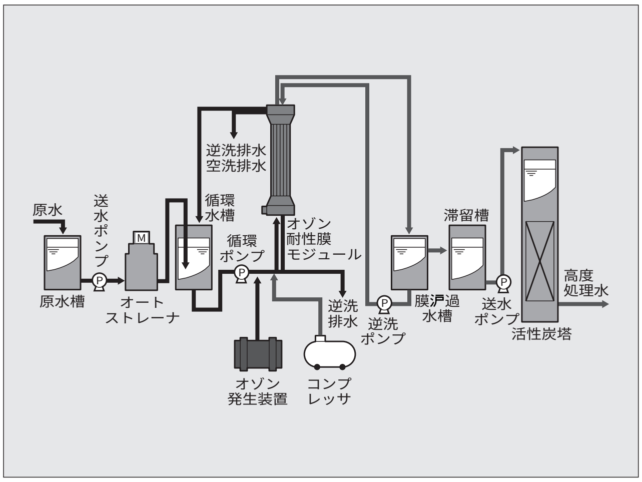
富士電機では，この要求にこたえるため，オゾン耐性膜と高度処理を組み合わせた浄水システムを北千葉取水場にて開発中である。その主な特長は以下のとおりである。

(1)　オゾンで前処理して沪過することにより，従来の膜沪過法の 2 倍以上の処理水量が可能である。

(2)　膜沪過水中の溶存オゾン濃度制御により，安定した処理水量が可能である。

(3)　高度処理された良好な水質が得られる。

図 13　膜利用型高度浄水システムフロー図

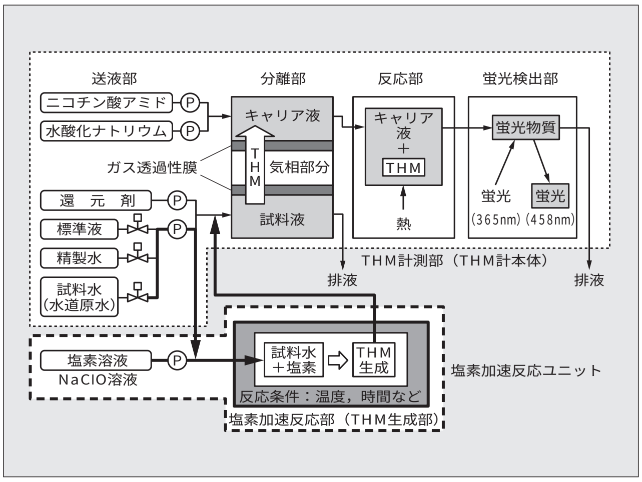


2　トリハロメタン生成能計による水質汚濁監視技術

近年，水道原水の水質汚濁が激しく，厚生省および環境庁は1994年に水道水源二法を制定し，トリハロメタン生成能（THMFP）を種々の汚濁原因物質監視の一指標として対策を講ずべきとしている。THMFP 測定方法として公定法では分析に約 2 日間要するうえ，操作が煩雑であるため，迅速かつ簡易に計測可能な測定法が望まれていた。

富士電機では製品化済みの THM 計に独自の塩素加速反応ユニットを付加し，短時間（1 時間）かつ連続自動でオンライン計測可能な THMFP 計の開発に世界で初めて成功した。THMFP 計を用いることで，浄水場での水道原水の有機物汚濁のリアルタイム監視や下水処理場での放流水の THMFP 規制値監視が可能となり，活性炭注入などの THMFP 低減化策の有効な指標となりうる。

図 14　トリハロメタン生成能（THMFP）計の測定原理図



3　プラズマによる樹脂の灰化減容処理技術

廃棄物処理技術の一環として，プラズマで低気圧燃焼をアシストする，有害金属含有樹脂の減容処理技術を開発した。この処理方法の概要は，次のとおりである。

(1)　数百 kHz の高周波無電極放電を利用して数 kPa の低圧酸素プラズマを形成する。

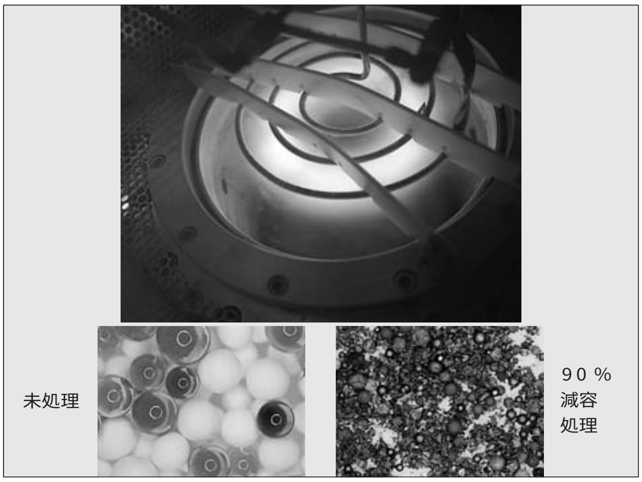
(2)　プラズマ形成容器内の加熱皿にて樹脂を加熱分解する。

(3)　プラズマ空間の高温酸素や活性酸素で分解ガスを酸化する。

(4)　有害金属を酸化物として回収する。

イオン交換樹脂への適用試験では，乾燥樹脂に対する減容率は 80 %以上，吸着金属の処理皿および反応容器内残存率は 99.9 %以上であり，少量の有害金属を含む樹脂の減容処理法としての有効性が確認できた。

図 15　プラズマ発生状況と樹脂性状



新エネルギー

1　太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の国際共同実証研究としてベトナム・ジィアライ省マンヤン県チャン村に建設していた太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステムが1999年７月に完成し，調整運転ののち，９月から近隣，約 500 戸の無電化の村（3 か村）に電力供給を行い，実負荷による実証研究を開始した。本システムは 100 kW の結晶系太陽電池と 25 kW の誘導発電機を用いたマイクロ水力発電装置（落差：25 m）および約 690 kWh の蓄電池と 100 kVA のインバータなどから構成されている。実証研究は，太陽光発電システムとマイクロ水力発電システムの相互補完関係を検証すると同時に蓄電池容量の最小化などによる経済性の高いシステムを構築することを目的としてベトナム電力公社エネルギー研究所と共同で約 2 年間実施する予定である。

図16　太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム

2　100 kW 燃料電池発電装置〔商品機（FP-100E）：ホテル設置〕

東邦ガス(株)経由名古屋栄ワシントンホテルプラザにホテルの付帯実証設備として商品機（FP-100E）を11階屋上に設置し，1999年４月に運転を開始した。発電した電力は，逆潮流ありの系統連系により，ホテル内の一般電力負荷に使用している。電力系統の単独運転を検出するため，富士電機製の単独運転防止装置を使用している。発生した熱の低温側（約 50 ℃）は温水ヒータの給水予熱に，また，高温側（約 90 ℃）は吸収冷温水機・暖房用・貯湯槽の熱源に利用するコージェネレーションシステムとしている。

装置の主な仕様は次のとおりである。

(1)　形　式：りん酸形，常圧，水冷式
(2)　効　率： 40 %（LHV：Low Heat Value）
(3)　寸法，質量： L3.8 × W2.2 × H2.5（m），12 t

図17　100 kW 燃料電池発電装置〔商品機（FP-100E）：ホテル設置〕

3　水素発生装置

富士電機は大阪ガス(株)と共同で水素発生装置を開発した。本装置は都市ガスの改質装置と，改質ガスから水素を分離精製する PSA（Pressure Swing Adsorption）装置などで構成されている。本装置によって水素の需要家サイトで低圧の都市ガスなどを燃料として，安価で高純度の水素が製造でき，ボンベなどによる水素の受入れ作業を不要とすることが可能となる。主な需要先は金属，化学，ガラス分野などである。概略仕様は次のとおりである。

(1)　製品水素：容量 100 Nm^3/h，純度 99.999 vol %以上
(2)　燃　　料：都市ガス（13 A），LPG
(3)　ユーティリティ（水素 1 Nm^3/h あたり）
　　：都市ガス（13 A）0.35 Nm^3/h
　　：電　力　0.75 kWh
　　：純　水　0.1 kg

図18　水素発生装置（製品水素量：100 Nm^3/h）

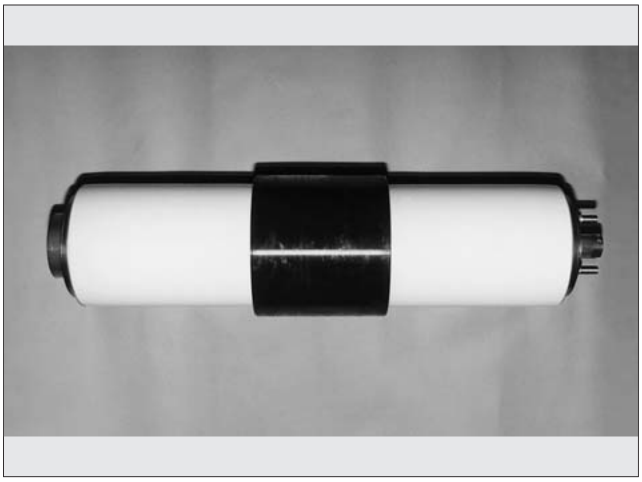
電力機器

1　真空バルブの系列化

➡関連論文：富士時報 1999.10 p.562-565

これまでの真空遮断器（VCB）は定格電圧 36 kV までが主流であった。最近は高電圧化として，定格電圧 84 kV クラスへの適用拡大が行われている。VCB の消弧技術は，アークを回転させるコントレート形方式，電極間にアークを拡散させる縦磁界形方式などがある。製品化には電極間に発生したアークを制御して電極表面の局部的な加熱を防ぎ，溶融を抑えることが重要となる。このようなアークの制御を，三次元磁界解析とアーク形態の可視化技術を駆使して行い，新たに定格電圧 84 kV の縦磁界形電極の真空バルブを開発した。富士電機ではこれまでのコントレート形電極と縦磁界形電極の利点を生かして，定格電圧 3.6 kV から 84 kV までの真空バルブの系列をそろえたことで，さまざまな定格の VCB の対応を可能としている。

図19　84 kV 真空バルブ



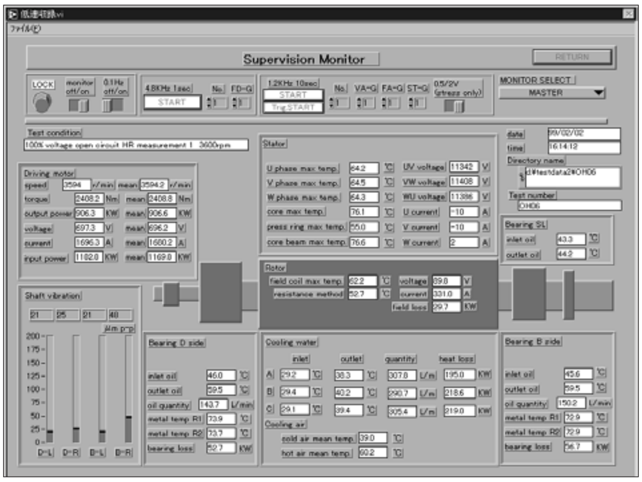
2　新系列 2 極空気冷却タービン発電機の技術開発

➡関連論文：富士時報 1999.5 p.262-291

高性能で信頼性の高い，出力50 ～ 300 MVA の新系列２極空気冷却タービン発電機を開発した。開発にあたり，出力 126 MVA の試作実験機を製作し，性能試験および長期運転試験を行い，新系列機の信頼性検証と解析・設計技術の確立を図った。例えば，固定子端部の渦電流損解析や回転子の大規模な三次元熱流体解析技術を構築した。設計・製造技術として，固定子ではコイルエンド部構造の簡素化と信頼性の向上，回転子ではコイルの冷却構造の最適化を図った。これらは，試作実験機の 1,000 か所余のデータを分析し，解析値との比較を行い，信頼性を確認した。

また，高圧導体内の温度分布と回転中の回転子導体のリアルタイム温度分布の測定技術を確立し，多くの知見を得た。さらには，膨大なデータの処理技術を実用化した。

図 20　試作実験機の低速運転時の測定データ監視画面



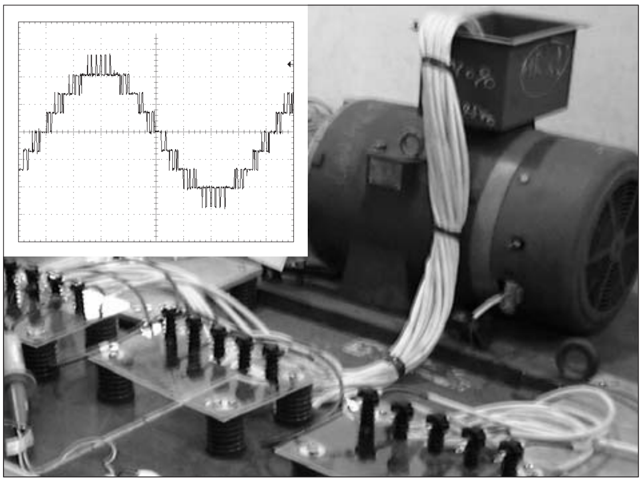
3　高圧インバータ対応電動機の絶縁技術

近年，地球環境に優しい省エネルギードライブシステムが注目されてきており，最近では電動機が IGBT 高圧インバータでダイレクト駆動されるようになってきた。電動機をインバータ駆動するときには電圧に高調波成分が発生するため，電動機絶縁への影響を確認する必要がある。

富士電機では，インバータ駆動時の電動機内の電位挙動把握を目的に，各種測定機能を付加した高圧電動機を試作し，インバータ駆動して対地電圧，巻線内サージ分担電圧，伝搬速度などを実験調査した。これらの測定結果の総合的な解析および理論と実験検討により，高調波成分に対抗する電動機絶縁技術を構築した。

今後，サージ電圧による部分放電現象や絶縁劣化現象についてさらに詳細に究明していく予定である。

図 21　電動機内電位測定状況と電圧波形



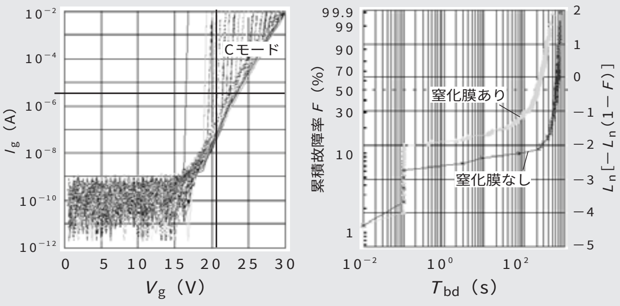
基　盤

1　ゲート酸化膜の信頼性評価技術

ICの信頼性のさらなる向上を図るため，回路を構成するMOS形トランジスタのゲート酸化膜の絶縁耐圧の評価方法を改善した。従来，TZDB（Time Zero Dielectric Breakdown）初期特性で8.25 MV/cm以上の絶縁耐圧を持つものはすべてCモードと定義していたが，そのなかでも真性の耐圧を持つ10.25 MV/cm以上のものをDモードとして区別した。8.25 MV/cm以上の電界で，通常のトンネル電流と絶縁破壊を区別するための電流しきい値を1 μA/mm² から1 mA/mm² に上げた。本測定により，詳細な基板ウェーハ依存性，微量金属の影響が明らかになった。

また長期信頼性を保証するため，TDDB（Time Dependent Dielectric Breakdown）評価により，パッシベーションの応力により寿命が低下するなどの知見を得た。

図22　ゲート酸化膜の信頼性評価例



（a）ゲート酸化膜電流電圧特性　（b）定電流TDDB試験のワイブルプロット

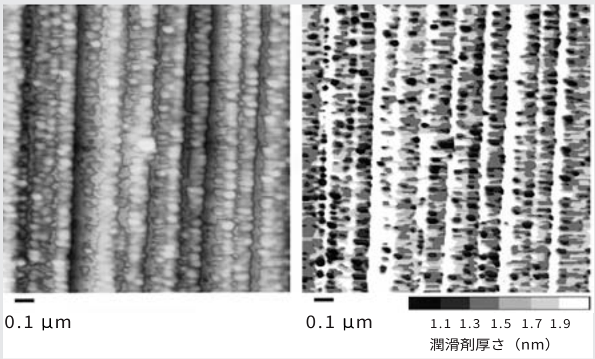
2　磁気ディスク媒体上潤滑剤分布の高分解能評価

➔関連論文：富士時報 1999.11 p.590-593

磁気記録媒体の高記録密度化に伴い，その分析的評価技術についてもより微視的な領域での評価が必要となっている。高記録密度化に関する重要課題にヘッド－媒体間の摩擦特性向上があり，媒体最表面層である液体潤滑剤の微視的評価も求められている技術の一つである。

媒体用潤滑層としてnmオーダーの極薄有機液体膜が用いられており，これを従来技術により高空間分解能で観察するのは困難であった。富士電機では，走査型プローブ顕微鏡（SPM）技術を応用した潤滑剤分布の高空間分解能評価技術を開発した。この手法の空間分解能は約10 nmであり，従来手法と比較して約2けた程度空間分解能を向上させた。

図23　媒体の形状（左）と同位置での潤滑剤分布（右）



※潤滑剤分布像では明るい領域ほど潤滑剤厚が大きいことを示す。

3　紙の運動解析シミュレーション

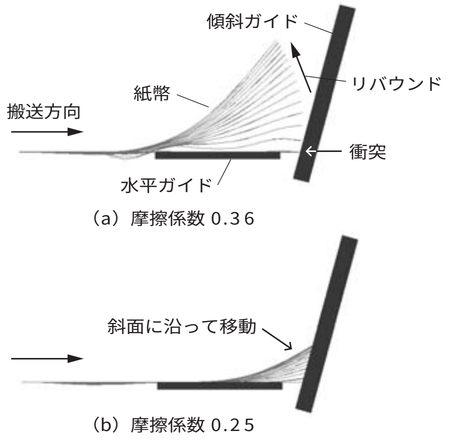
小形，高速，高信頼性な金銭処理機を開発するため，紙の挙動解析技術を確立した。

柔軟な紙を微小剛体のばね連結としてモデル化し，大変形挙動を解析する手法を開発した。その手法を汎用の運動解析ソフトウェアにカスタムプログラムとして組み込むことで，紙と装置の接触，衝突時の複雑な変形挙動を解析できるようになった。

本シミュレーションの適用により，今まで困難であった金銭処理機内部での紙幣挙動を設計時に把握し，機構の最適化を図っている。

図は傾斜ガイドに紙幣が衝突する場合の解析結果（連続）であり，傾斜ガイドとの摩擦係数が大きいと紙幣が引っ掛かり，搬送できないことが分かる。

図24　紙の運動解析シミュレーションの例



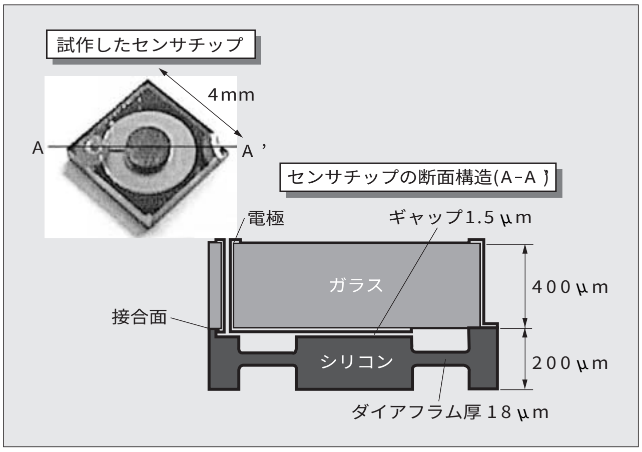
生産技術

1　製品革新をめざしたマイクロマシニング技術

センサの一体化，超小形化，高感度化の要求に対応できるマイクロマシニング技術を開発した。構造材となるシリコン基板は薄板化や厚さの面内均一化が必要であり，砥石や研削・研磨条件の最適化により，100 ± 0.5 μm（従来：100 ± 3.0 μm）を達成した。また，プラズマエッチング法により，サブミクロン精度の微小ギャップや厚さ 18 ± 1.0 μm（従来：18 ± 3.0 μm）のダイアフラムをシリコン基板内に数百個同時に加工する技術を確立した。このシリコン構造体と電極付ガラス基板をチップ切断前にウェーハ状態で低応力で陽極接合する技術も実現した。

これらの技術を用いて図に示すセンサチップを試作し，測定範囲 0 ～ 6 kPa，分解能 10 Pa，温度特性± 2 % FS を満足する微小圧力センサの製造技術を開発した。

図 25　試作したセンサチップとセンサチップの断面構造（A–A ’）

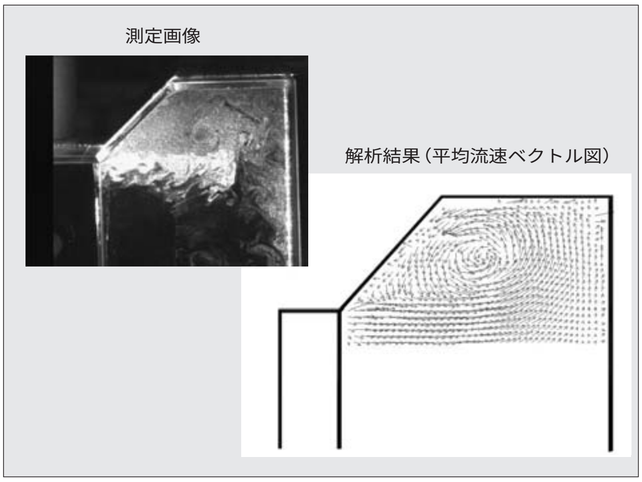


2　レーザ流れ可視化技術

近年，トレーサ粒子を含む気体にレーザを照射し，その流れを可視化する技術が急速に発展している。この技術を冷却ファンの気流解析に利用し，騒音低減を図る研究を行った。冷却ファンの側方から，透明ケース内を流れる気体にダブルパルス YAG レーザを照射し，その流れを高精細 CCD カメラで撮影した。撮影は時間を置いて 2 回行い，両画像の相関から流速ベクトルを求める方法（PIV 法）を採用した。この方法で得られた平均流速ベクトル図から，ファン内気流の渦発生が確認されたので，冷却ファン全体の形状と寸法を改良し，所期の低騒音化を達成した。

この技術は気体以外に，ヒートシンクやポンプ内の水の流れなどの可視化にも適用した。今後はシミュレーション技術と併用して各種製品の開発に役立てる予定である。

図 26　冷却ファンにおける適用例

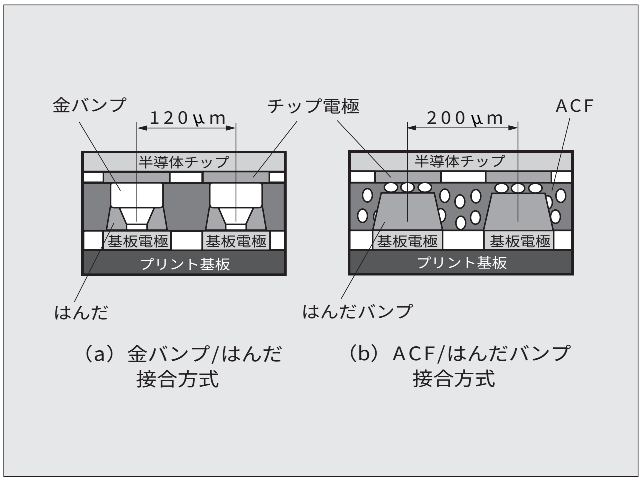


3　微細ピッチ対応フリップチップ実装技術

電子機器製品の小形化に伴い，基板上にベアチップを直接接合するフリップチップ実装技術の確立が必須(ひっす)である。富士電機では，金バンプ/はんだ接合方式，およびはんだバンプ/ACF（異方導電シート）接合方式を確立した。

金バンプ/はんだ接合方式，はんだバンプ/ACF 接合方式のそれぞれは，従来の QFP パッケージなどのリードピッチ 500 μm に対し，それぞれ 120 μm，200 μm の微細ピッチの実装技術を確立した。また，はんだバンプ/ACF 接合方式は，実装工程中でチップへの負荷のきわめて少ない特徴のある接合方式である。今後，このフリップチップ実装技術と開発済み BGA（Ball Grid Array）実装技術とを組み合わせたマルチチップモジュール化への技術展開を図る。

図 27　フリップチップ実装技術（各接合方式の断面膜式図）



電力・エネルギー

火　力
水　力
原子力
電力変電
系統保護制御
配　電
放射線

展　望

電力・エネルギー部門においては，顧客第一の意識をさらに高め，顧客から評価される製品，地球環境の改善につながる製品提供を通して，社会への貢献をめざしている。

火力分野は，単機容量世界最大の地熱タービン，600 MW 発電設備や高効率軸流排気タービンなどが次々と運転に入り活気に満ちた一年であった。そのなかで次のステップを展望する新たな技術課題を見いだしている。また，126 MVA 空気冷却発電機の試験機の研究開発が完了し，その成果を生かした発電機を市場に提供できる態勢を調えた。エコロジーや CO_2 ガスの問題が前面に押し出されるなか，高効率・高信頼性の富士電機の火力発電設備が，これらの問題解決に貢献できるものと確信する。

水力分野では，1989年に出荷されて以来，顧客施工の現地工事の遅れにより運転開始が遅れていたインド・アッパーインドラバッチ発電所向け 4 × 172 MW フランシス水車・発電機のうち 2 台が運転を開始した。また，長野県大鹿第 2 発電所向け 5.2 MW 横軸ペルトン水車・発電機，さらに群馬県日向見発電所や富山県臼中発電所向けなどの小水力発電機器も相次いで運転を開始した。制御装置の分野では，秋田県の数か所の発電所群を対象にパソコンによる集中制御装置が運用を開始し順調に運転を続けている。今後海外の大形水力の受注をめざすとともに，浄水場などの公共設備や維持放流用の小水力設備にも注力していく。

原子力分野では，核燃料サイクル開発機構向け燃料製造施設の新保管搬送管理システムの工場製作を終了し，現在現地の据付け作業を行っている。また，IC（誘導結合形）プラズマ廃樹脂高減容システムの実用化や，東海発電所の廃止措置に向けた遠隔解体技術，廃棄物処理技術の開発試験に取り組んできた。そのほか，実用高温ガス炉，ITER などに向けた超伝導技術など，将来技術に向けた開発にも積極的に取り組んでいる。

電力変電分野では，1997年の 275 kV 分解輸送形変圧器の納入実績をベースとし，引き続き 525 kV 分解輸送形変圧器を試作し検証試験を行っている。この結果，輸送条件の異なる設置場所に対して輸送費を含めたトータルコストダウンの提案が 500 kV 器でも可能となった。さらに 510 kV，1,100 MVA の超々高圧火力変電所用主変圧器を電源開発（株）に納入した。また，開閉装置では，最新の技術を適用し，構成要素の複合化を進めた縮小形 72 ～ 168 kV ガス絶縁開閉装置を納入した。現行形より大幅な小形・軽量化を実現することができた。

系統制御分野では，北海道電力（株）向けの系統制御所システムが運用を開始した。コンピュータシステムはサーバ，ワークステーションからなる分散形システムが標準となり，WWW 方式を採用した情報系システムも展開されつつある。テレコンは中部電力（株）向け負荷系変電所 ITC の納入や外部 PIO のスケーラビリティの向上を実現した安価でコンパクトな新形テレコンを開発した。水力発電所の実務能力や復旧対応能力および保守技術維持向上を図るシミュレータを電源開発（株）に納入した。

保護制御分野では，第二世代ディジタルリレーの製品化系列拡大を展開しており，超高圧（275 kV）変圧器保護装置を東京電力（株）に納入した。また，単体形アナログリレーの代替機種（DUT）や低コスト小形化のユニット形（MPC）などディジタルリレーの開発を展開している。

配電分野では，ネットワーク技術の向上や普及している OA 機器を活用したシステムの開発を進めている。その一つとして，所内 LAN に接続されたパソコンを利用した配電自動化バックアップ用パソコンシステムを北陸電力（株）に納入した。また，配電自動化システムの運用情報をパソコンに配信し，業務連係の向上や解析作業支援などを目的とする情報共有化システムの開発を進めている。そのほか，自動検針用電子電力量計や端末器の開発にも積極的に取り組んでいる。

放射線機器の分野では，原子力発電所の放射線管理業務の省力化や高度化に取り組んでいる。被ばく管理システムでは，従来よりさらに入退域が合理化されたシステムが実現した。また環境管理システムでは，新しい機能を付加した計測部を用いて，監視機能，自己チェック機能，データ収集機能の向上などが図られた。コンピュータシステムに

火　力

1　電源開発（株）磯子火力発電所新 1 号機の建設

電源開発（株）から磯子火力発電所新１号機 600 MW 発電設備を1997年11月に受注契約し，エンジニアリング・機器設計を進めてきた。現在ドイツ・シーメンス社製蒸気タービン，富士電機製発電機および主要な機器の製作最盛期に入っている。一方，現地では既設発電所を運転しながら新設工事を進めるビルドアンドスクラップ方式が採用され，1998年６月の着工以来，煙突・建屋関係の工事が進み，富士電機は循環水配管などの先行工事を行った。建設現場は狭いため，機器をジャストインし，ジャストオンさせることが重要課題であり，2000年６月の富士電機の本格工事着工に向け，工事工法，工事 WBS（Work Breakdown Structure）および機器輸送方法の最適化を実施する。富士電機はシーメンス社と協力して，2002年４月の運転開始に向けプロジェクトを鋭意推進中である。

図１　磯子火力発電所新 1 号機：タービン建屋工事中

2　FP-1 プロジェクトの現状

1996年６月に台湾の台塑石化股份有限公司から，4 × 600 MW 蒸気タービン・発電機設備（FP-1 プロジェクト）を受注した。これらの発電設備は，IPP（独立系発電事業者）ではあるが，事業用石炭だき大容量プラントに相当する規模を有し，かつ超臨界圧高効率ユニットとして計画された。受注後，これらの設備は，計画どおり設計，製作，出荷および据付けが行われ，現地において順調に各種テストを終了した後，出力 600 MW で96時間の連続運転試験をクリアし，１号機は1999年６月１日，２号機は1999年９月９日に営業運転を開始した。

なお，４号機は2000年４月１日，３号機は2000年９月１日に予定された営業運転開始に向けて，関係者全員一丸となって現在建設に取り組んでいる。

図２　FP-1 の状況

3　（株）神戸製鋼所加古川製鉄所 58 MW IPP 発電設備

（株）神戸製鋼所加古川製鉄所向け CDQ １号発電設備（58 MW IPP 発電設備）の建設が完了し，1999年４月１日から関西電力（株）へ需給を開始した。本設備は，富士電機の軸流排気形タービンを採用し，タービン，発電機および復水器が１階フロアに一軸で配置された屋外形発電設備となっており，土木建築費用を含め発電設備全体が経済的で，かつプラント全体が非常にコンパクトに完成している。また，軸流排気となっているため，排気蒸気をスムーズに流すことができ，タービン排気部の流れ損失が少なくなり，効率が高い設備となっている。さらに，本プラントは DCS による運転，監視，操作，自動化を行っており，少ない運転員での監視，操作を可能としている。なお，本設備は1999年４月１日の需給開始以来，順調に運転中である。

図３　（株）神戸製鋼所加古川製鉄所の CDQ 1 号発電設備

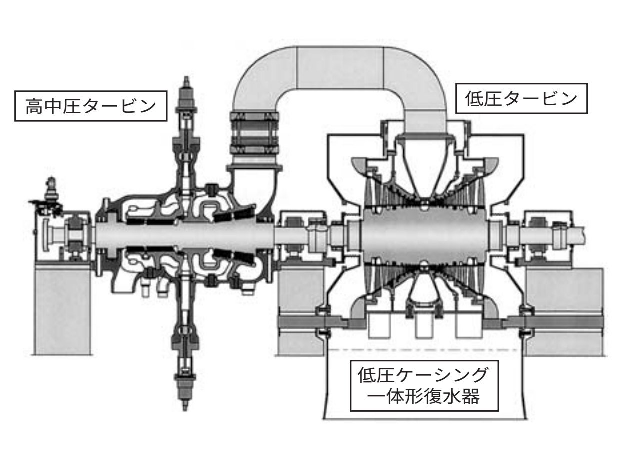
火　力

4　住友重機械工業（株）経由太平洋セメント（株）糸魚川発電所新設工事

富士電機は1998年７月に，住友重機械工業（株）経由太平洋セメント（株）糸魚川発電所向け 149 MW 蒸気タービン・発電機設備を受注した。この発電設備は IPP（卸供給事業者）設備であり，国内初の循環流動層ボイラと組み合わせた再熱再生式石炭だき火力である。蒸気条件は 16.671 MPa abs，566/538 ℃の高効率ユニットとして計画されている。

蒸気タービンは高中圧一体形タービンと低圧タービンのコンパクトな２車室構造とし，復水器は低圧ケーシングと一体構造とすることでタービン基礎の建設費低減を図るなど IPP 事業用設備に適した特徴を有している。発電機はブラシレス励磁の空気冷却方式を採用している。2001年７月の運転開始に向けて設計・製作を推進中である。

図４　149 MW 蒸気タービン断面図



5　ACC 発電および石炭火力用大容量昇圧変圧器

富士電機では，1999年も ACC（Advanced Combind Cycle）発電および石炭火力用大容量昇圧変圧器の製作，納入を鋭意進めてきた。ACC 発電用としては，据付け工事が完了し試験中であった東京電力（株）千葉火力発電所１号および２号系列用（８台× 380 MVA，281.25 kV）が５台目まで運転に入り，またスプリット巻線形昇圧変圧器としては国内最大容量器となる東京電力（株）富津火力発電所３号系列用（２台× 820 MVA，525 kV）の初号機が工場試験を完了して現地据付け中である。石炭火力用では，電源開発（株）橘湾火力発電所２号機用（１台× 1,100 MVA，510 kV）が受電を完了し，北陸電力（株）敦賀火力発電所２号機用（１台× 740 MVA，275 kV）が現地調整中である。

図５　東京電力（株）千葉火力発電所２号系列用主変圧器

AM137038

6　インド・バクレシュワール火力発電所特別高圧電気設備

インドの西ベンガル州電力開発公社バクレシュワール火力発電所に納入した特別高圧電気機器は，現在，現地調整中で1999年末から順次，運転が開始される予定である。

それらはインドにおける高温多湿という過酷な環境条件を考慮して設計・製作されたものである。また，富士電機製の大容量変圧器（３台× 250 MVA 主変圧器，７台× 105 MVA 単相変圧器）のほかは，積極的な海外調達を展開し，以下の機器についてはヨーロッパ製品を納入した。

○ 14台× 220 kV SF_6 ガス遮断器
○ ３台×発電機回路用相分離母線
○ ６台× 16 MVA 所内変圧器

工場監査の実施，定期的な工程チェックによる品質・納期管理の結果，それら調達品は順調に試運転を行っている。

図６　据付け中の所内変圧器および相分離母線

水　力

1　インド・アッパーインドラバッチ発電所向け 4 × 172 MW フランシス水車・発電機の運転開始

1989年11月にすべての機器が出荷され，1991年７月の大規模な水害により機器を含む建屋全体が水没し，現地据付け工事が一時ストップした。しかしながら顧客の必死の復旧作業により1998年３月から現地据付け工事が再開した。このように大きな苦難の経緯をたどり，このたび念願の１号機が1999年９月に営業運転を開始した。

出荷から10年もの長い期間，高温多湿の悪環境下に機器が保管されたにもかかわらず，不具合なく運転を開始できたことは，富士電機の技術の高さを示すものであり，顧客からも高い評価を得ている。

残りの機器も順調に据付け工事が進められ，1999年12月に２号機，2000年６月に３号機，2000年12月に４号機と，順次営業運転に入る予定である。

図７　運転中の１号発電機

2　長野県大鹿第 2 発電所向け 5.2 MW 横軸ペルトン水車・発電機の運転開始

長野県企業局大鹿第２発電所向け 5.2 MW 横軸２射ペルトン水車・発電設備および 22 kV 屋外変電設備が1999年３月に営業運転に入った。この発電所は天竜川水系小渋川支鹿塩川小支塩川の上流に３か所の取水堰（せき）を築造して合計 1.7 m^3/s を取水し，最大出力 5,200 kW の発電を行う水路式発電所である。特徴は次のとおりである。

(1)　水車機器のニードル・デフレクタ駆動に電動サーボモータを採用した。

(2)　保護継電器はディジタルリレーを開発し，ユニット内に CPU，補助変成器，表示設定器などを搭載した。

(3)　大画面プログラマブル操作表示器（POD）を採用し，POD 画面上で操作・監視・計測・故障表示を行わせることにより，監視制御装置の簡素化を実現した。

図８　水力発電所用監視制御装置盤

N99-2467-2-a

3　ベトナム・ダミ発電所向け 2 × 90 MW 立軸フランシス水車の据付け

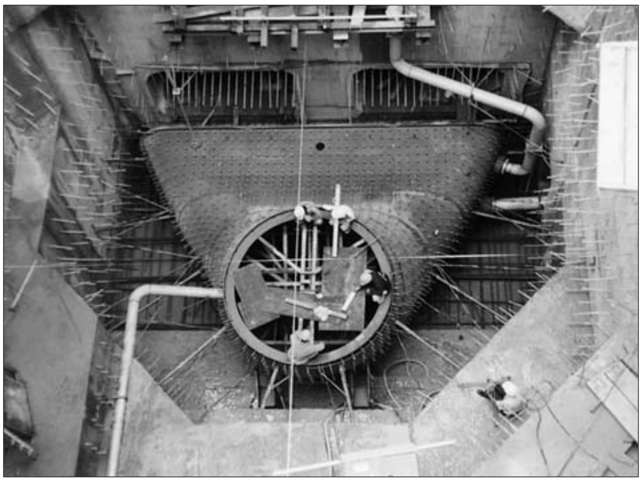
ベトナム電力庁（EVN）ダミ発電所向け２台× 90 MW 立軸フランシス水車機器の現地据付け工事が開始された。ドラフトチューブライナの据付け工事が完了し，現在スパイラルケーシングの据付けを行っている。

本発電所は，ベトナム・ホーチミン市から約 200 km 北東に位置する所に建設され，有効落差 147.8 m を利用し最大 180 MW の発電を行う。

富士電機は水車と調速機を担当しており，発電機，屋外機器についてはイタリア・アンサルド社が担当している。このため，据付け方法としてはシャフトフリー方式を採用し，両社の作業区分を明確にしている。

大雨と台風の天災に悩まされながらも2000年12月末の工事完了に向け鋭意取り組んでいる。

図９　ドラフトチューブライナの据付け状況



水　力

4　立軸バルブ水車・発電機

富士電機では，横軸バルブ水車・発電機を垂直に配置し，流路内に設置可能な構造とした立軸バルブ水車・発電機の研究開発を東北電力(株)と共同で行い，現在 10 MW クラスの発電所向けに設計検討中である。

立軸バルブ水車・発電機には次の特長がある。

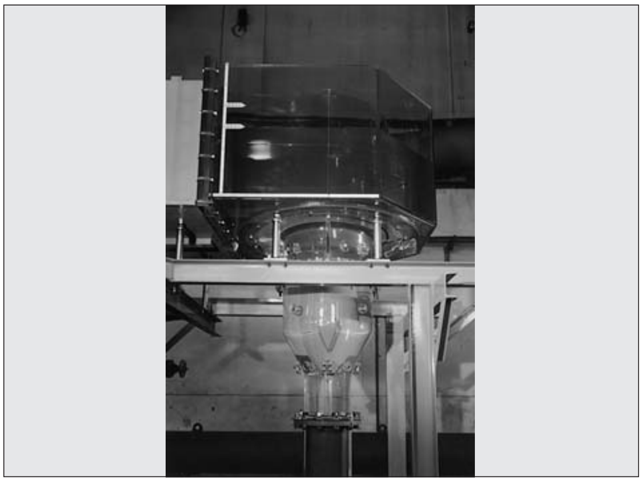
(1)　発電所立地点の地勢的な制約にとらわれないで設置できる。

(2)　横軸バルブ水車・発電機に比べ，建屋面積が縮小可能となり，土木費が低減される。

(3)　横軸バルブ水車・発電機に比べ，分解・組立期間を短縮できる。

(4)　補機の省略・簡素化によりメンテナンスフリー化を図っている。

図 10　水理実験中の模型



N89-6362-11

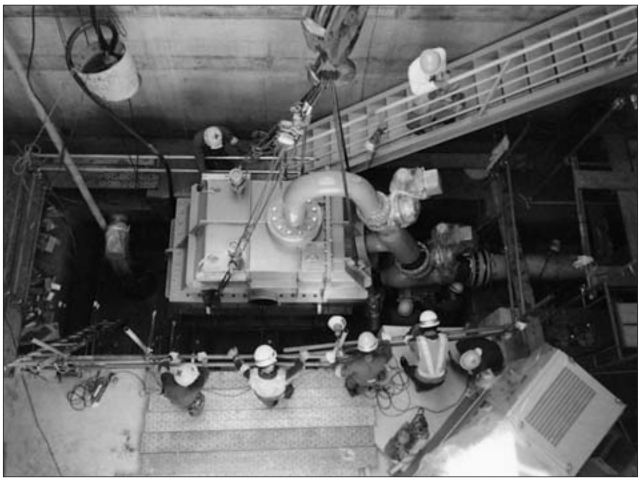
5　中小水力発電所の運転開始

富士電機では今までに数多くの中小容量水力発電設備を納入し運転を開始してきたが，1999年 1 年間でも群馬県企業局日向見発電所をはじめとし，富山県農林水産部臼中発電所などの水力発電設備が次々と運転開始に至った。

なかでも東京電力(株)土室川発電所の水車型式は，顧客と富士電機で共同研究を行い，主に高落差・低流量のダム維持放流を使って発電する目的で開発した「横軸 3 射ペルトン水車」を採用しており，本発電所が実物機第 1 号である。今後の中小水力発電分野の市場拡大に向け，この成果と期待は大きい。本発電所は，1999年12月に無事運転を開始した。

なお，日向見発電所，臼中発電所とも，現在順調に稼動し発電を実施している。

図 11　つり込み中の土室川発電所水車本体



6　水力発電所群の集中監視制御システム

水力発電所群の集中監視システムを秋田県企業局に納入した。このシステムは水力発電所 3 か所を発電事務所で集中監視制御するもので，パソコンを主体に構成することにより，コストダウンに対応している。各発電所とは 1：N のテレコンで結合し，2 台設置したオペレータステーション（パソコン）とテレコン間は専用の LAN で接続している。このシステムの主な機能は次のとおりである。

(1)　各発電所の制御・操作機能

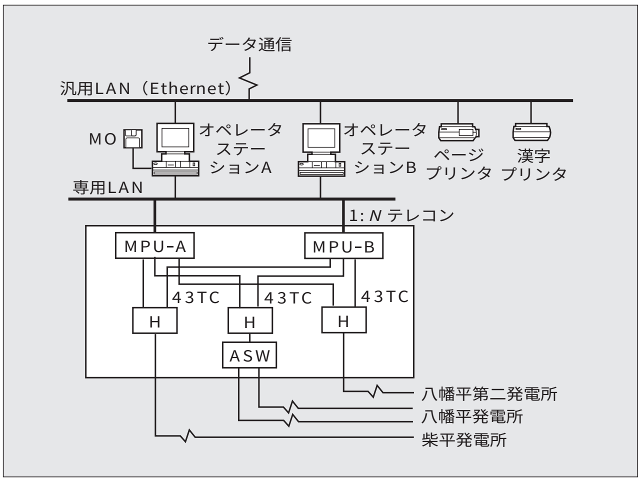
(2)　各発電所，事務所の監視・記録機能

(3)　各発電所の帳票作成機能

(4)　通信機能

なお，同様の機能のシステムを岡山県企業局からも受注し，発電所10か所の集中監視制御の設計を進めている。

図 12　集中監視制御システムの構成



原子力

1　燃料製造施設向け新保管搬送管理システムの製作

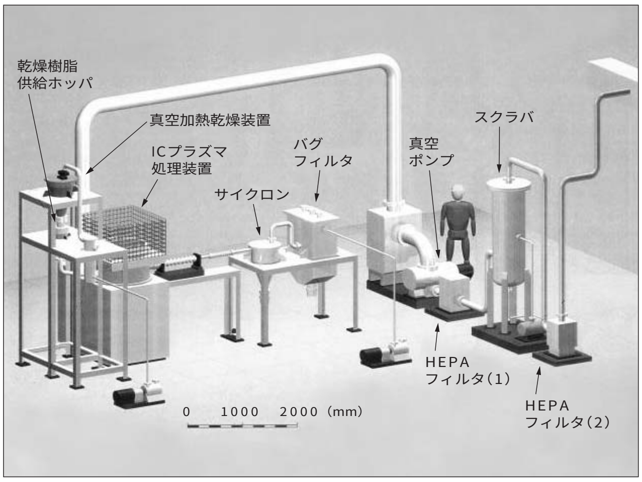
新保管搬送管理システムは，核燃料サイクル開発機構プルトニウム燃料センターの FBR（高速増殖炉）ペレット製造工程向けに開発したもので，2000年３月に納入予定である。本システムは，原料粉末から製品ペレットに至る核物質を収納した容器を保管，移送するための搬送機器と，これらを制御するコンピュータ制御システムから構成され，これまでのサイクル機構の開発・運転経験を反映した設備となっている。搬送機器は，核物質を封じ込める気密グローブボックスに収納されるため，処理速度の高速化と併せ信頼性とメンテナンス性の向上を図っている。コンピュータ制御システムは，最短搬送ルート検索，設備代替ルート検索，異常復旧操作ガイドなど最新の搬送管理技術により設備全体の稼動率の大幅向上を実現している。

図13　コンピュータ制御システムと保管リフト

2　廃棄物処理技術の開発

原子力施設から発生する廃樹脂や金属廃棄物の減容を目的に IC（誘導結合形）プラズマ廃樹脂高減容システム，高出力 YAG レーザ切断装置の開発を進めている。IC プラズマ廃樹脂高減容システムについては，実験装置を原子力発電所に持ち込み，粒状廃樹脂の減容試験を行った。本試験により，1/10 以下まで減容できること，処理した際に樹脂に吸着された核種は大部分減容された樹脂に残り飛散しないことを確認した。現在，実証プラントを2000年３月末完成に向けて富士電機・川崎地区に建設中である。YAG レーザは，出力 3 kW で，ステンレス鋼を 50 mm，炭素鋼を 100 mm まで切断可能な機種の開発を完了した。YAG レーザは，レーザ光を光ファイバで伝送できるため，トーチをロボットで動作させる遠隔自動切断が可能であり，運転性向上と被ばく低減に有効である。

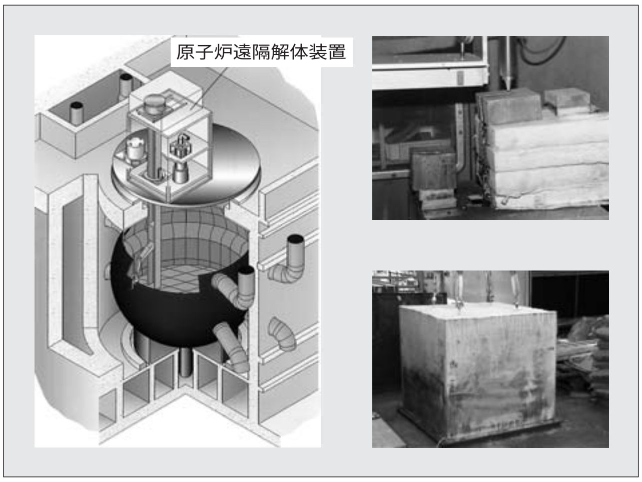
図14　IC プラズマ廃樹脂高減容システムのプラントイメージ



3　原子炉廃止措置技術の開発

1998年３月末に永久停止した日本原子力発電(株)東海発電所では，現在，炉心からの燃料の取出し作業が順調に行われている。富士電機は，東海発電所の建設以来，プラントの保守・補修にかかわってきた経験を生かし，原子炉などを安全に解体するために必要な技術の本格的な開発を進めている。具体的には，YAG レーザによる炉心複合構造物の切断にかかわる技術開発をはじめ，切断した高重量解体物を安定して保持・搬送する「重量物ハンドリング技術」，切断時に発生する粉じんを確実に回収する「二次生成物回収処理技術」などから構成される「原子炉遠隔解体装置」の具体化・技術確証に取り組んでいる。さらに，解体した廃棄物を大型容器へモルタル充てんする技術，放射能評価・確認技術の開発を推進中である。

図15　原子炉遠隔解体装置，レーザ切断・モルタル充てん試験

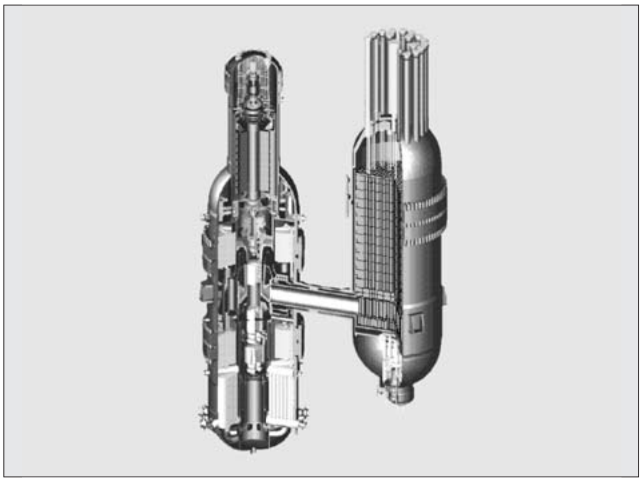


原子力

4　高温ガス炉の開発

GT-MHR（高温ガス炉ガスタービン発電プラント）は，受動的安全特性を有する小型高温ガス炉とヘリウムガスタービンを組み合わせた発電効率 47 %の発電プラントである。富士電機は，米国 GA 社，ロシア原子力省，フランス・フラマトム社との国際共同プロジェクトに参加し，1997年10月に概念設計を完了した。1999年 6 月には各国の専門家による設計レビューも実施された。一方，1998年10月に米国で核兵器解体プルトニウム燃焼処分の候補の一つとして本プロジェクトが取りあげられ，米国政府の支援が開始された。現在，この米国政府支援を契機として次の設計ステップとなる詳細設計が開始されたところである。富士電機は，これまで培ってきた高温ガス炉技術を基に，GT-MHR をはじめとして実用高温ガス炉の実現をめざした技術開発を推進中である。

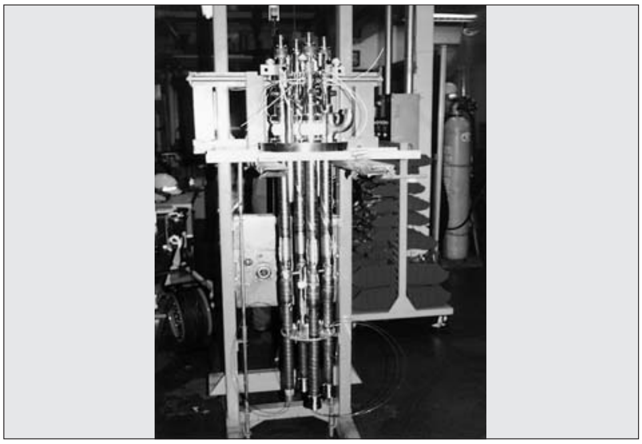
図16　GT-MHR 発電プラント



5　超伝導応用機器

富士電機は高温超伝導体（HTS）を用いた電流リードの開発を進めており，欧州加速器研究所（CERN）向けに世界最大級の電流容量である 13 kA HTS 電流リードならびに 600 A HTS 電流リードを納入した。13 kA 電流リードについては CERN にて性能試験を実施し，高い技術仕様（13 kA 通電時熱侵入量 1.5 W/本以下など）を満足することを確認した。本電流リードは CERN が計画している大型ハドロン加速器（LHC）用の HTS 電流リードのプロトタイプとして製作したもので，LHC では 1,300 本以上の HTS 電流リードが計画されている。富士電機はこれまで通常の電流リードとして世界最大 60 kA までのものを納入してきたが，熱的性能が格段に優れた HTS 電流リードについても十数 kA までの対応が可能となった。

図17　600 A HTS 電流リード



AF919801

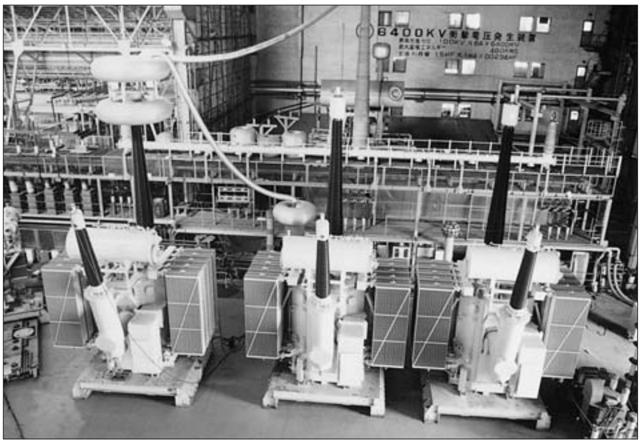
電力変電

1　海外向け 525 kV 分路リアクトル

中国・江蘇省電力公司向けに 525/$\sqrt{3}$ kV，40 Mvar 二次巻線付分路リアクトル13台，中性点リアクトル 4 台，二次盤，遠方監視操作盤各 4 面を納入した。

中国では第 9 次五か年計画の下に送配電設備の増強が続いている。本分路リアクトルは中国最大の華東電力網の陽城ー淮陰間の 500 kV 基幹系統に設置され，系統の安定度向上に貢献することが期待されている。分路リアクトルは最新の電磁界解析技術，電位振動解析技術などを基に低損失化，コンパクト化，低騒音化を実現した。また，所内電源用の二次巻線を内蔵していることが特徴である。分路および中性点リアクトル，二次盤（OLTC 付モールド変圧器を内蔵）の監視，保護，操作用の遠方監視操作盤も納入した。本設備の運転開始は2000年早々の予定である。

図18　工場試験中の江蘇省電力公司向け分路リアクトル



AM187569

電力変電

2　500 kV 分解輸送形変圧器

富士電機は1997年11月までに超高圧分解輸送形変圧器を２台納入，完成し，1998年６月から営業運転を開始した。これらの実績をベースとして，さらに超々高圧への実現をめざし，試作変圧器の製作を完了した。

試作変圧器の仕様は，単相 $525/\sqrt{3}$ kV，200 MVA とし，各種新技術を適用した構成としており，検証試験を実施している。分解輸送形変圧器は従来の特別三相器あるいは単相器に比べ，据付け面積の縮小化を図ることができる。さらに輸送制限の厳しい場合にも，道路拡張・橋梁（きょうりょう）補強工事などの対策費が削減できるなど，輸送費を含めたトータルコストダウンが図れることから，今後の超々高圧・大容量変圧器への適用拡大が期待される。

図 19　検証試験中の超々高圧分解輸送形試作変圧器

AM186853

3　東北電力(株)諏訪変電所 72 kV 新縮小形ガス絶縁開閉装置

富士電機は1998年に開発した 72/84 kV 新縮小形ガス絶縁開閉装置（GIS）の１号器を東北電力(株)諏訪変電所向けに11回線納入し，1999年５月から順次営業運転を開始した。納入器の主な仕様は，定格電圧：72 kV，定格電流：2,000 A，定格短時間耐電流：25 kA である。

72/84 kV 新縮小形 GIS は構成機器の複合化，母線タンクのアルミ鋳物化，高性能避雷器素子の適用などにより，従来形 GIS に比し据付け面積で 57 %，容積で 43 %，質量で 70 %と大幅な小形・軽量化を実現した。これにより，複数ユニットの一括輸送が可能となり，現地据付け工期の短縮も図ることができ，輸送費，工事費を含めたトータルコストダウンに貢献できる。

図 20　諏訪変電所における 72 kV 新縮小形ガス絶縁開閉装置

N99-2492-4

4　中部電力(株)碧南変電所 168 kV 縮小形ガス絶縁開閉装置

中部電力(株)碧南変電所向けに 168 kV 縮小形ガス絶縁開閉装置（GIS）を13ユニット納入した。定格電流は 2,000/3,000/4,000 A，定格短時間耐電流は 40 kA である。

この GIS は，富士電機の 168 kV 級 GIS（SDF 形）の豊富な実績をベースに，構成機器の縮小化・複合化およびユニットレイアウトの最適化を図り，富士電機の従来形に対して，据付け面積で約 70 %，質量で約 90 %の縮小化・軽量化を実現し，さらに２分割輸送と制御盤の一体輸送により現地作業と工期の短縮を図っている。また，部品点数も約 80 %に低減し，信頼性を向上させている。

本器は，1999年９月に据付け調整を完了し，2000年５月に運用開始の予定である。

図 21　碧南変電所における 168 kV　GIS の据付け状況

系統保護制御

1　北陸電力（株）常願寺川水系ダム管理システム

北陸電力（株）に，常願寺川水系の五つのダムのゲート操作，監視，記録機能などを有するダム運用システムを納入し，既存設備の更新を図った。システムの特徴は次のとおりである。

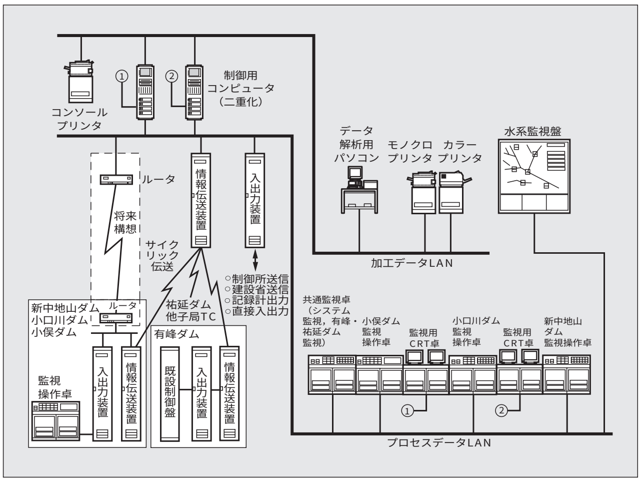
(1)　システムの LAN に Ethernet を採用し，パソコンやネットワークプリンタなどの汎用機器を接続。

(2)　制御用コンピュータとして高性能ワークステーションを採用し，共通部を極小化したマンマシン一体形サーバ二重化方式によりコンパクトな構成。

(3)　過去の出水時に記録したデータを基にリアルに模擬する訓練機能を有し，実装置（CRT，操作卓）を使用したダムの操作訓練が可能。

(4)　将来のダム遠制化対応時は，光ケーブル布設によるLAN の延長により遠制機能の強化が可能。

図 22　常願寺川水系ダム管理システムの構成



2　山梨県企業局早川水系取水口監視制御装置

山梨県企業局では，早川水系の取水口を集中監視するために，新たに早川水系取水口監視所を建設した。

本装置は，各取水口に設置したカメラにて，ゲート，除じん機などの状態をモニタにて監視するとともに，ゲート，除じん機などの遠方操作を可能としている。

システムの特長は次のとおりである。

(1)　光伝送により，リアルタイムな動画監視が可能。

(2)　カメラ監視とともに，取水口ゲート，除じん機などの制御・表示が同時に可能。

(3)　カメラ画像は 4 分割表示を採用し，将来の取水口の取込みを考慮。

(4)　総合制御所との情報連係を考慮して，監視盤とのインタフェースを具備。

図 23　早川水系取水口監視制御装置の監視操作卓

3　中部電力（株）負荷系変電所用 ITC－II

富士電機では，一次・二次系統の負荷系変電所用インテリジェント遠隔監視制御装置（ITC–II）の 1 号機を中部電力（株）岡崎変電所に納入した。本装置は，中部電力（株）との共同研究により開発したものである。主な特長は次のとおりである。

(1)　適用する変電所設備規模・重要度に応じて，装置の一重系または二重系の構成が可能。

(2)　最大 4 か所の親局システムと HDLC 伝送が可能であり，親局システムに合わせサイクリック伝送も可能。

(3)　変電所設備（回線単位盤，1：*N* 装置）とは，HDLC・無手順方式を採用した光伝送による結合。

(4)　同等機能を有する従来 ITC と比較し，盤面数を削減して省スペース化を実現。

図 24　インテリジェント遠隔監視制御装置

系統保護制御

4　電力分野向け新形テレメテレコンシステム

電力系統運用向けの，新形遠隔監視制御（テレメテレコン）システムを開発し，１号機を電力供給会社の変電所に納入した。主な特長は次のとおりである。

(1)　高分解能（10 ms）の表示入力とフェイルセイフを考慮した制御出力および計測入力をユニット化し，高機能・高信頼性システムのスケーラビリティを向上。

(2)　上記ユニット類を，端子一体形ユニットとし，ユニット間をシリアルマルチドロップ接続することで，システム内部配線を大幅に削減し，実装・試験作業を含めたトータルコストダウンが可能。

(3)　従来，多種類の通信ボードが存在したが，DSP（Digital Signal Processor）による信号処理により１種類の通信ボードに統合し，システム変更と管理の利便性を向上。

図 25　テレメテレコンシステム前面と端子一体形 PIO ユニット

5　電源開発（株）向け水力発変電シミュレータ

電源開発（株）向け水力発変電シミュレータが1999年10月に運転を開始した。このシミュレータは，水力発電所・変電所の訓練に使用されるもので，特長は次のとおりである。

(1)　訓練装置は，実機の主盤・配電盤を用いて現場の機器や装置を忠実に再現している。また，現場で発生する故障の探索訓練が可能である。

(2)　模擬装置は，発電機や系統をアナログモデルで構成しており，実現象に近い現象を模擬できる。また，ディジタルモデルによる主軸，圧油などの模擬が，違和感のない動作を実現している。

(3)　補助装置は，汎用コンピュータによりオープン・分散システムを構築し，汎用ソフトウェアを有効に活用している。また，音響装置により現場をリアルに再現し，臨場感を実現している。

図 26　水力発変電シミュレータ

N99-2498-17

6　超高圧（275 kV）変圧器保護装置

富士電機では，第二世代ディジタルリレーを適用した 275 kV 変圧器保護装置を系列に加え，１号機を東京電力（株）逗子変電所に納入した。

特長は次のとおりである。

(1)　アナログ変換は16ビット A-D 変換器の採用により高精度化。

(2)　整定表示は OADG 準拠パソコンでの携帯形ツールで運用・保守でき，遠隔整定にも対応可能。

(3)　前面保守構造を採用し，耐サージ性能強化。

(4)　主保護・後備保護を一体で構成。ただし87ユニットは別にメインとフェイルセイフを備え，動作信頼性を確保。

(5)　１バンク　700 mm 幅１面構成とし，省スペースを実現（従来：700 mm 幅１面＋ 350 mm ２面）。

図 27　変圧器保護装置

N99-2497-1

系統保護制御

7　単体形ディジタルリレー

富士電機は誘導形，整流形の電気機械形およびアナログ静止形リレーの代替機種として単体形ディジタルリレーを開発し，2000年１月，単入力リレーから販売を開始する。このリレーの特徴は次のとおりである。

(1)　広い整定範囲のリレー動作値，タイマ時限および多種の時限特性を実現し，広範囲に適用可能。
(2)　演算部，電源部などの常時監視を行い，自己診断機能を充実。
(3)　スイッチ，７セグメントおよび LED により，容易に整定操作，表示確認，強制動作・復帰操作が可能。
(4)　従来の DQ 形アナログリレーと外形がコンパチブルであり，更新時にそのまま取付けが可能。
(5)　準拠規格： JEC-2500 シリーズ。

図28　単体形ディジタルリレー（DUT シリーズ）

8　電気鉄道変電所用ディジタルリレー

富士電機は電気鉄道各社のコストダウン，小形化のニーズに対応して，電気鉄道向けのユニット形ディジタルリレーを電力用 F-MPC210 形の系列として開発した。

このリレーの特徴は次のとおりである。

(1)　電気鉄道各社変電所の受電，整流器，高圧配電線など各設備に分散対応可能な基本９機種をメニュー化。
(2)　保護・計測・監視・伝送機能をコンパクトにまとめたディジタル多機能リレー。
(3)　演算部，電源部など各部の常時監視および自動点検を行い，自己診断機能を充実。
(4)　整定値，計測値，故障時のメッセージを液晶パネルに分かりやすく表示。
(5)　準拠規格：JEC-2500 シリーズ，電力用規格：B-402。

図29　多機能形ディジタルリレー

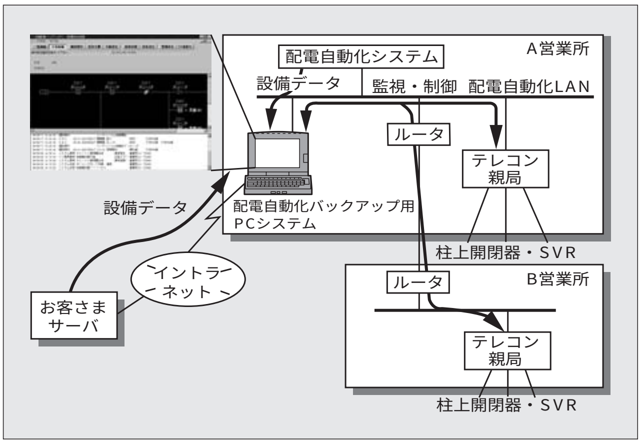
配　電

1　北陸電力(株)配電自動化バックアップ用パソコンシステム

北陸電力(株)と富士電機は，配電自動化システムの保守点検などのシステム停止時に，開閉器の監視および個別操作を行う配電自動化バックアップ用パソコンシステムを開発した。本システムは通常の業務に使用しているパソコンを所内イントラネットから配電自動化システムの LAN につなぎ変えることで，容易にバックアップ運転を実現している。本システムの特長は次のとおりである。

(1)　Windows NT が動作するパソコン上で動作。
(2)　設備データはイントラネット経由および配電自動化システム経由の双方からダウンロードが可能。
(3)　配電系統図は配電線ごとにスケルトン表示。
(4)　開閉器，SVR（Step Voltage Regulator）などの柱上機器の遠隔監視・制御を実施。

図30　配電自動化バックアップ用パソコンシステムの構成



配　電

2　東京電力（株）低圧自動検針システム用通信端末

東京電力（株）と富士電機は，他の共同研究メーカー 2 社とともに，低圧受電の一般家庭の電力量計の自動検針を行う通信端末を開発した。

この通信端末は，電話回線と低圧配電線搬送の通信チャネルを持つ制御端末と，低圧配電線搬送の通信チャネルを持つ配搬端末の 2 機種からなり，以下の特長がある。

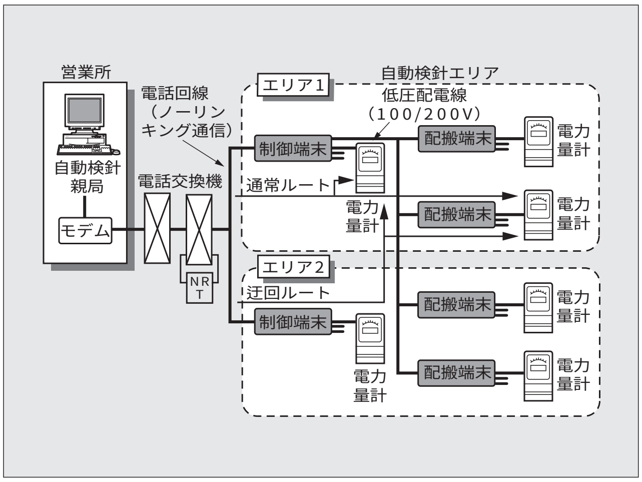
(1)　制御端末は電力量計50台分のエリア管理機能を保有。

(2)　電話回線不通時および低圧配電線搬送の通信障害発生時は，迂回（うかい）ルートを使って検針データを収集。

(3)　制御端末，配搬端末は直接電力量計を取付けできる構造とし，省スペース化，工事の省力化を実現。

今後は，難検針地区である東京都奥多摩地区の自動検針システムの更新に合わせて導入されていく予定である。

図 31　低圧自動検針システムの構成



3　配電情報共有化システム

配電自動化システムの運用情報を社内イントラネット上のパソコンに配信，提供する配電情報共有化システムを試作した。これにより部門間でのタイムリーな情報連係や系統設計業務にビジュアルかつ詳細な運用データの提供が可能となり，さらなる作業効率の向上が期待される。各種ブラウザ画面のほかに，必要なデータは Excel シートでダウンロードでき，用途にあったデータ加工も可能である。本システムの主な機能は次のとおりである。

(1)　系統図，町名地図形式での停電情報表示。

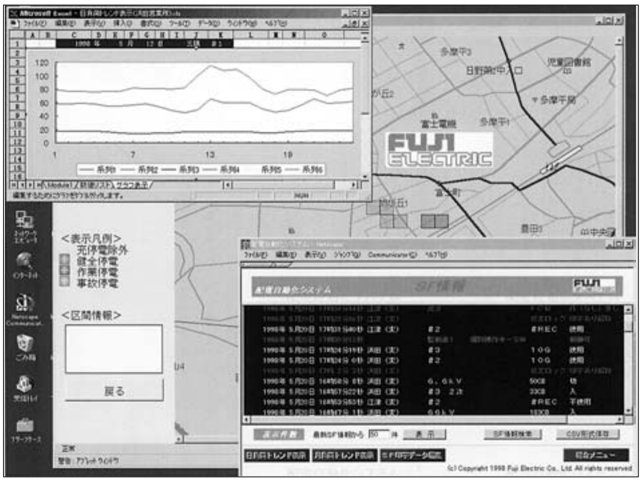
(2)　停電実績収集と本店大での状況集約。

(3)　系統図，設備データの提供。

(4)　バンク，配電線の電圧，電流情報の提供，解析支援。

(5)　操作，状態変化記録の提供。

図 32　配電情報共有化システム画面例



4　大容量（250 A）電子式単独計器

現在，国内の低圧供給（50 kVA 以下）のお客さまで定格電流が 120 A を超える取引用計器は，変流器と組み合わせる変成器付計器を使用している。しかし，特定計量器検定検査規則（省令）の改正で，大容量の単独計器が使用可能となった。そこで変流器を必要としない定格電流が 250 A の大容量電子式単独計器（普通級）を 3 機種開発し，型式承認を取得した。また端子は 5 端子構造とし，同時に開発した連結端子台と組み合わせて，無停電で計器の取替えを可能とした。仕様は次のとおりである。

(1)　時間帯別用：単相 3 線式 100 V 250 A 50 または 60 Hz

(2)　全日用　　：単相 3 線式 100 V 250 A 50 または 60 Hz

(3)　全日用　　：三相 3 線式 200 V 250 A 50 または 60 Hz

図 33　大容量（250 A）電子式単独計器と連結端子台

放射線

1　環境放射線 PR モニタ

富士電機では，検出部と計測部の２ユニットのみで構成される新形環境放射線モニタを開発し，四国電力(株)伊方発電所に PR モニタとして納入した。本モニタは，発電所周辺の役場や道路沿いに設置され，線量率表示盤（大形 LED ８列）に環境放射線線量率をモニタ説明メッセージとともに表示し，住民に分かりやすくしている PA 性の高いモニタである。新形モニタの特長は，次のとおりである。

(1)　検出部には，NaI（Tl）シンチレータ，アンプ回路，高圧電源，温度補償回路の測定系一式を内蔵している。

(2)　計測部では，DWM（Digital Weighting Method）方式でディジタル信号処理するとともにスペクトルを光磁気ディスク装置に自動収集できる。

図34　環境放射線 PR モニタ

2　個人被ばく管理システム

富士電機は，原子力発電所の放射線管理区域への入退域処理の高度化を図った個人被ばく管理システムを(株)東芝経由で東京電力(株)福島第二原子力発電所に納入し，1999年10月から運用が開始された。

以下に本システムの特長を記す。

(1)　入域時は個人線量計の貸出機能を備えた入域管理装置から入域するため，線量計の貸出業務が自動化される。

(2)　退域時は，体表面汚染モニタ内で線量計から線量当量データを無線で収集でき，従来の退域操作が不要となる。

(3)　線量当量データは，１分ごとのトレンドデータなど詳細なデータが線量計返却時に自動で収集できる。また，収集データは端末装置により必要なデータのみを抽出でき，業務合理化を支援できる。

図35　線量計貸出機能付入域管理装置

3　高感度ダストモニタ

原子力関連施設における作業環境の空気中放射性物質濃度の管理は，作業環境の空気を吸引し，沪紙上に捕集した放射性物質の放射能を測定することにより行っている。その際，沪紙には自然放射性物質であるラドンなどの娘核種も同時に捕集されるため，測定対象核種の定量に時間を要していた。そこで，自然放射性物質の影響を低減し，測定対象核種のリアルタイム定量測定性能を向上させた高感度ダストモニタを開発した。

高感度ダストモニタは，α線用とβ線用の２種類がある。α線用には半導体検出器を使用したエネルギー弁別方式を，β線用には ZnS（Ag）＋シンチレーション検出器を使用したαβ同時計数による減算処理方式を採用し，高感度測定を実現した。

図36　高感度ダストモニタ

A7706-19-279

産業用システム・機器

パワーエレクトロニクス・電力変換

情報機器・システム

回転機・可変速駆動システム

発変電システム

電気加熱

設備・機器

展　望

1999年は東南アジアの金融不安の減少とともに，日本経済も一部に明るい兆しが見え始めた一年であった。しかし，産業分野の設備投資は依然として低調に推移し，その投資の多くは省エネルギー法に関する法律に対応したものや既存の設備の合理化，省力化に向けられ，新規設備の建設は多くの業種で必要最低限に抑制された。

こうした経済環境のなかで，投資金額を最小とするためのオープン化やダウンサイジングに対する要請が強まり，パソコンの導入が増加し，重電分野と情報・制御分野の融合はより密なものとなった。プラントの高密度情報化や高信頼化，高機能化に貢献するシステムや機器を提供してきたので，以下にその概要を述べる。

パワーエレクトロニクス・電力変換の分野では，高調波抑制，省エネルギーの観点から 3.3 kV の高圧誘導電動機の直接駆動用として，IGBT を利用したマルチレベルインバータの容量系列を拡大し，多くの納入実績を得るとともに，6.6 kV 用についても製品を完成させた。また，世界最大級の 132 kV 直落しアルミ電解用整流装置（S フォーマ），イオン交換膜法ソーダ電解用 3 出力サイリスタ整流装置など，国内外で多数の電解用整流装置の納入実績をあげたことが特筆される。さらに，アルミサッシの着色電源として，IGBT インバータを採用した国内最大級の任意波形電源も完成させた。

情報機器・システムの分野では，オープン化，ダウンサイジングが一層進み，オープン LAN として PROFIBUS に続き，FL-net を制御 LAN に採用し，Ethernet に接続可能なオープン PIO を備えた「オープン統合化監視制御システム MICREX-AX」が製品化されたことで，マルチベンダシステムの構築にも柔軟に対応できる環境が整備された。また，汎用プログラマブルコントローラの高性能化，高機能化も進み，MICREX-SX へのファジィ制御機能の搭載や鉄鋼分野の高速制御への適用も実現した。

回転機・可変速駆動システムの分野では，誘導電動機に比べ高効率，省スペースが実現できる省エネルギー機器として永久磁石同期電動機と駆動インバータの適用が進み，7.5 kW 以下の小容量機に続き 300 kW 以下の中容量機の製品化にもめどが立った。今後は高圧大容量機，高速機への適用も推進していく所存である。一方，従来機種においても，信頼性向上，損失低減が強く要求されており，高効率電動機への期待は大きい。

発変電システムの分野では，キュービクル形ガス絶縁開閉装置（C-GIS）を中心とした設備の増強および近代化に伴う受変電設備更新用機器と工事一式，さらに大規模風力発電設備などを多数納入した。また，保護，計測，操作，監視，伝送の各機能を主回路の回線単位にコンパクトなケースに収納し，一体化した保護制御ユニットのシリーズ拡大を行った。

電気加熱の分野では，高周波誘導炉において，新しいコンセプトに基づく構造の改良や温度制御システムの開発を行い，製品を納入した。また，廃棄物処理の分野においても誘導加熱の技術導入が進められ，脱亜鉛誘導溶解システム，浮揚溶解システム（CCLM）などの研究・開発の成果が着実に製品に展開された。

設備・機器の分野では，情報機器の安定運用に貢献する無停電電源装置（UPS）として新形 J シリーズの系列拡充とともに住宅用・産業用太陽光インバータを製品化した。

半導体製造分野では，電源の安定供給，エネルギー有効利用によるコスト削減・ CO_2 削減を目的に，ガスタービンコージェネレーション設備を納入した。半導体・液晶製造，薬品製造に欠くことのできないクリーンルームにおいては，高清浄度クリーンルーム，環境対応機器として省エネルギー形の DC ブラシレスモータファンフィルタユニット，エアシャワーなどのクリーン機器を開発し，納入した。

富士電機は，変圧器，開閉装置，回転機に代表される重電機器の基礎技術をさらに発展させ，信頼性の向上と省エネルギーの追求に努力するとともに，強電電子デバイス応用製品や情報・通信・制御装置の高性能化，高機能化，オープン化，ダウンサイジング化の要請にこたえ，21世紀の社会的ニーズとなるであろう環境保全や省エネルギーに優れた製品の提供をするべく，より一層の努力を傾注する所存

パワーエレクトロニクス・電力変換

1　東ソー(株)向け大容量ソーダ電解用サイリスタ整流装置

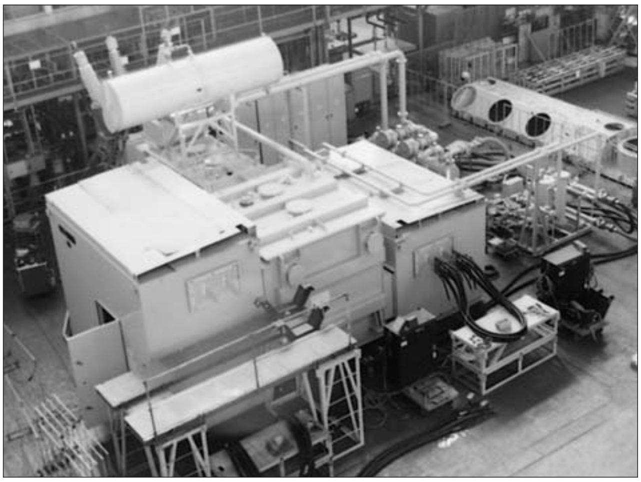
国内最大級のイオン交換膜法ソーダ電解用サイリスタ整流装置（Sフォーマ）を，東ソー(株)南陽事業所に納入した。Sフォーマは入力66kV，51.51MVA，出力DC600V，3×22kA，39.6MW×3台からなり，合計出力は118.8MWである。設備の特長は次のとおりである。

(1)　整流器用変圧器1台で3回路の直流出力を持ち，電解槽の特性に合わせて各出力は個別に任意の電流制御が可能である。

(2)　高調波を効果的に吸収させるため，整流器用変圧器から22kVの中間電圧を引き出し，力率改善を兼ねた高調波フィルタを備える。

(3)　二重化されたマンマシンインタフェースシステムによる総合監視・操作で省力化を図った。

図1　ソーダ電解用サイリスタ整流装置



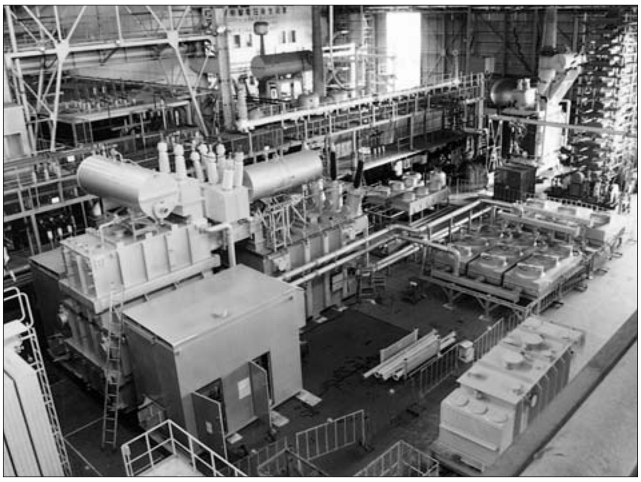
2　世界最大級アルミ電解用整流装置

モザンビーク・モザル社に，アルミ電解用整流設備を納入した。電解炉の容量はDC1,330V，340kA，452MWで，整流装置（Sフォーマ）の単器容量はDC85kA，113MW，単器12相である。設備は，5台のSフォーマと280Mvarの高調波フィルタ，プログラマブルコントローラなどから構成され，その特長は次のとおりである。

(1)　Sフォーマは132kV受電で，出力をDC0Vから1,330Vまで調整するための98タップの負荷時タップ切換器を備えた電圧調整変圧器と直結させ，コンパクトな設置スペースを実現した。

(2)　入出力点数約2,500点に及ぶ二重化マンマシンインタフェースシステムを導入し，監視・操作の自動化，省力化を図った。

図2　アルミ電解用整流装置



3　アルミサッシ着色用最大級任意波形電源

アルミサッシ着色用として，直流や方形波だけでなく，任意の波形の電流・電圧を供給する最大級の任意波形電源（±50V，10kA）を完成させた。この装置は従来の誘導電圧調整器やサイリスタ整流器に代わるもので，IGBTインバータを使用した高精度の出力波形制御が可能な電源で，アルミサッシ着色製品の歩留りの向上が期待でき，また種々の着色が可能になる。

この電源の特長は次のとおりである。

(1)　任意波形電源としては最大級の10kAの出力電流を持つ。

(2)　出力電圧制御精度が±0.2%と高精度である。

(3)　高速の波形制御を実現した。

(4)　インバータ部を水冷にし，装置の小形化を実現した。

図3　アルミサッシ着色用任意波形電源

パワーエレクトロニクス・電力変換

4　高機能新レオナード装置 LEONIC-M600

可変速駆動装置は直流機から交流機への世代交代が進んでいるが，依然として既設設備の更新などで，直流機用のサイリスタ制御装置の需要も継続している。

このため，産業用可変速駆動装置として定評のある全ディジタル式レオナード LEONIC-M の新シリーズである LEONIC-M600 を開発した。

主な特長は以下のとおりである。

(1)　32ビット RISC プロセッサ採用による高速演算。

(2)　豊富な制御機能を搭載し，ソフトウェアスイッチの切換で，幅広い用途に適用可能（速度・電圧・電流制御，メカニカル・タイ/群駆動運転など）。

(3)　保守ツールの充実により，保守・点検が容易（液晶操作パネル，ローダ，集中監視システム）。

図４　サイリスタレオナード装置

A7732-19-298

5　鉄鋼ライン用高機能ベクトル制御インバータ

プラント用ベクトル制御インバータ FRENIC4000VM4 に，鉄鋼ラインの主機・準主機クラスのドライブに最適な機能強化を行ったシリーズを追加し，プラント適用における制御性・保全性を一段と向上させた。主な特長は次のとおりである。

(1)　速度調節器（ASR）を従来比約 2 倍に高速化。

(2)　コンソールの上位マンマシンインタフェースとして，POD の適用が可能。

(3)　故障区分を細分化するとともに，故障停止動作方法もライン操業に合わせて柔軟に対応可能。

(4)　トレースバックデータの拡充。

(5)　アナログ出力も ASR に合わせて高速化。

図５　鉄鋼ライン用高機能 FRENIC4000VM4 盤

6　高調波レス PWM セルビウス

巻線形誘導電動機を可変速駆動する高調波レス PWM セルビウスを製品化した。電源側の変換装置を IGBT インバータにすることにより，従来のサイリスタセルビウスの欠点を解消し，電源高調波電流の低減（5 %以内），力率の向上（95 %以上）を実現し，電源設備容量を低減できる。主な標準仕様は以下のとおりである。

(1)　速度制御範囲（速度制御時の誘導電動機二次電圧）

二次電圧≦ 400 V

二次電圧≦ 1,000 V の 2 タイプ

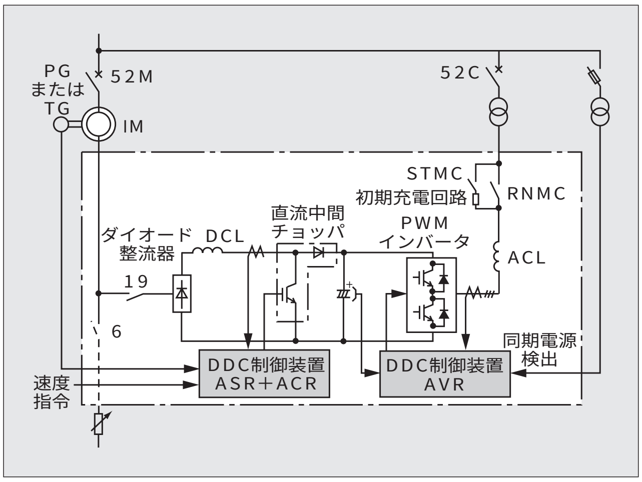
(2)　二次電力回生容量

128 ～ 380 kW（二次電圧≦ 400 V）

300 kW，600 kW（二次電圧≦ 1,000 V）

(3)　過負荷耐量： 120 %，１分間

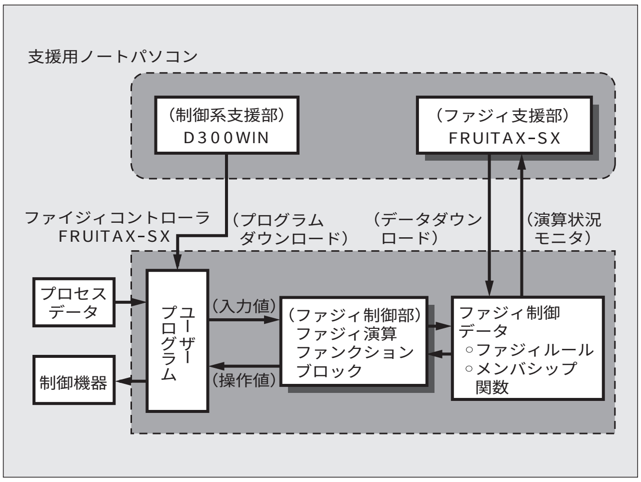
図６　高調波レス PWM セルビウス回路構成



情報機器・システム

1　MICREX-SX 用ファジィ制御システム

図７　ファジィ制御システムの構成

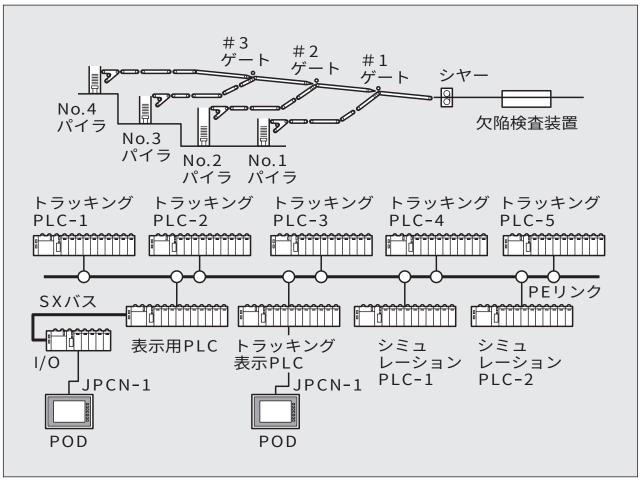


HDC，MICREX-F250 で幅広く利用されてきたファジィ制御機能（FRUITAX-MF）を汎用プログラマブルコントローラ MICREX-SX 用として開発・製品化した。本製品は，パソコン上で動作する支援部（FRUITAX-SX）と MICREX-SX 上で動作する制御部（ファジィ演算ファンクションブロック）から構成される。

適用分野として，水処理（浄水場凝集剤・前塩素注入ポンプ，活性汚泥処理など），化学・薬品（反応炉など），食品（発酵プロセスなど）など，幅広い分野への展開が可能である。現在，ファジィクレーン，こうじ菌培養装置用に小規模・低価格システムの商品化を予定している。

2　MICREX-SX を適用したシヤーライン

図８　シヤーラインのシステム構成

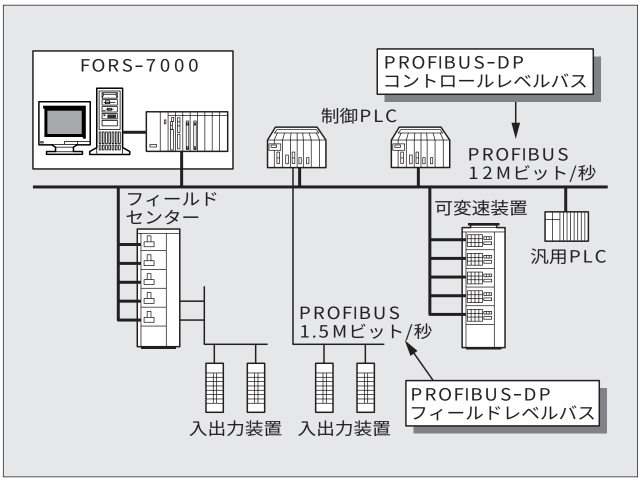


富士電機は，これまで多くの鉄鋼プロセスライン設備用電気品を国内外に納入してきた。近年の汎用プログラマブルコントローラ（PLC）の高機能化は著しく，従来専用PLC でしか実現できなかった分野への適用が期待されている。

今回，鉄鋼プロセスラインの一つであるシヤーラインのシート選別装置に新形汎用 PLC MICREX-SX を適用した。シートトラッキング，カウンタなど機能ごとに１台のコントローラを配置し，合計14台のコントローラにて制御システムを構成している。さらに MICREX-SX の高速演算能力を生かし，高速制御が要求されるコントローラは 1 ms のスキャンタイムを実現している。また，HCI（POD）とコントローラ間は JEMA 標準の JPCN-1（最高１M ビット/秒）を適用した。

3　新集中監視システム FORS-7000

図９　FORS-7000 のシステム構成



電機分野のプラントシステムにおいて，大幅な保全性向上の実現を目的とし，従来個別の監視システムであったプログラマブルコントローラ（PLC）のプラント情報とモータドライブ装置の運転状態を一括監視可能な新集中監視システム（FORS-7000）を開発・製品化した。主な機能は，次のとおりである。

(1)　パソコン画面上でのオンライントレンド表示。

(2)　トレースバックデータを高速に，かつ任意トリガ設定付きにて収集可能。

(3)　ヒストリカルデータは最大96ワード，24時間連続記録ができ，トリガ設定が難しい場合に有効。

(4)　故障履歴，ガイダンス機能の充実など。

プラント異常・ドライブ故障解析に有効なシステムである。

回転機・可変速駆動システム

1　インテリジェントドライブシステム

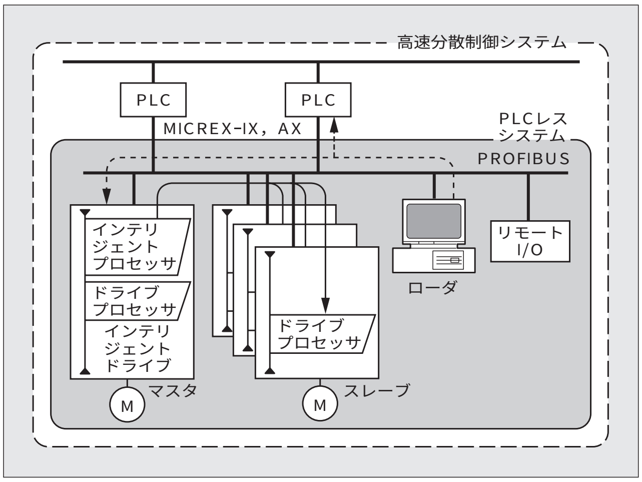
プログラマブルコントローラ（PLC）機能を可変速駆動装置に内蔵したインテリジェントドライブシステムを開発した。特長は次のとおりである。

(1)　PLC 機能を有するインテリジェントプロセッサを内蔵し，ドライブ内にアプリケーションソフトウェアを搭載可能。また，インテリジェントプロセッサと PLC（MICREX-IX，AX シリーズ）は同一言語を使用し，統合ローダにて設計・保守が可能。

(2)　インテリジェントプロセッサとドライブプロセッサ間はシステムバス，上位 PLC や他のドライブ，I/O とは PROFIBUS で結合され，高速通信を実現。

(3)　インテリジェントドライブをマスタとした PLC レスシステム，統括 PLC と結合した高速分散制御システム

図10　インテリジェントドライブシステム



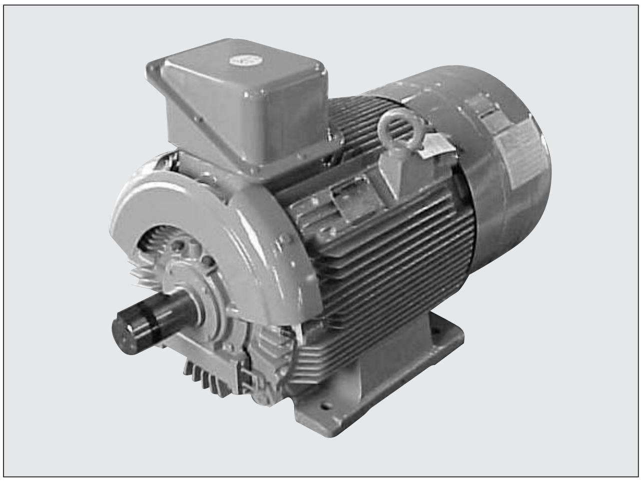
2　高効率形大・中容量誘導電動機

地球規模で関心の高まっている省エネルギーへの対応を目的とし，また2000年の日本工業規格（JIS）による効率規程に向けて，富士電機では高効率製品の系列化が終了している 160 kW 以下の誘導電動機に加え，容量 160 kW 超～ 5,000 kW の誘導電動機の高効率化を進めている。

試験機による損失の測定と解析により，固定子巻線銅損，機械損，無負荷鉄損および漂遊負荷損を定量的に把握した。これにより誘導電動機の損失について従来よりも進んだ理論的解明を行った。特に漂遊負荷損の解明に重点を置き，製品系列化における損失の低減に応用した。

2000年 3 月に，小容量機に加え，中・大容量の誘導電動機において高効率製品の系列化が完了する予定である。

図11　高効率形誘導電動機試験機



3　中容量永久磁石電動機駆動システム

電動機駆動設備の高効率による省エネルギー，低騒音，小形，軽量化を目的として，中容量永久磁石電動機駆動システムを開発完了した。主な仕様は次のとおりである。

(1)　出　力：75 kW 超～ 300 kW

(2)　回転数：1,000，1,500，1,800 r/min（界磁弱め制御にも対応可）

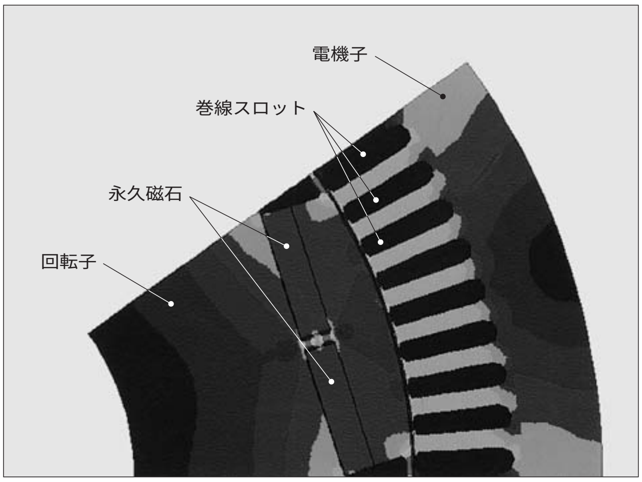
(3)　電　圧：AC400 V 級

(4)　駆動方法：PWM インバータによる駆動

(5)　制御方式：V/f 一定制御，ベクトル制御

ファン，ポンプほかの二乗低減トルク負荷やエレベータ，トランスファクレーンほかの定トルク負荷に適用できる。特に電動機については，電磁界解析により電動機構造，固定子・回転子間空げき長，空げき構成ほかを最適化した。

図12　電磁界解析例



回転機・可変速駆動システム

4　厚板精整設備

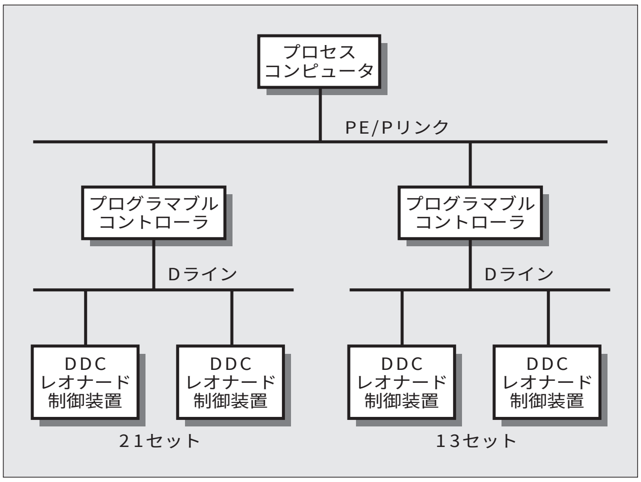
新日本製鐵(株)君津製鐵所向けに，厚板精整設備更新用の電気品を納入し，現在，順調に営業運転中である。設備更新の特徴は次のとおりである。

(1)　既設アナログレオナード制御装置を最新のディジタルレオナード制御装置（LEONIC-M600）に更新し，制御精度，保守性の向上を実現した。

(2)　プログラマブルコントローラにより製品の搬送，せん断装置（せん断材料測長，切断装置刃のギャップ調整）の自動化を行い，操業の省力化，製品加工の高精度化を実現した。

(3)　老朽化診断を実施し，必要最小範囲の電気品を更新した。

図13　厚板精整設備制御システム構成



5　カラーコーティングライン

川鉄鋼板(株)玉島工場向けにカラーコーティングラインの更新用電気品を製作，納入し，順調に稼動中である。この更新工事の特色は次のとおりである。

(1)　出側セクション，入側・中央セクション，ウェルダ関連の順に3期に分けて更新。

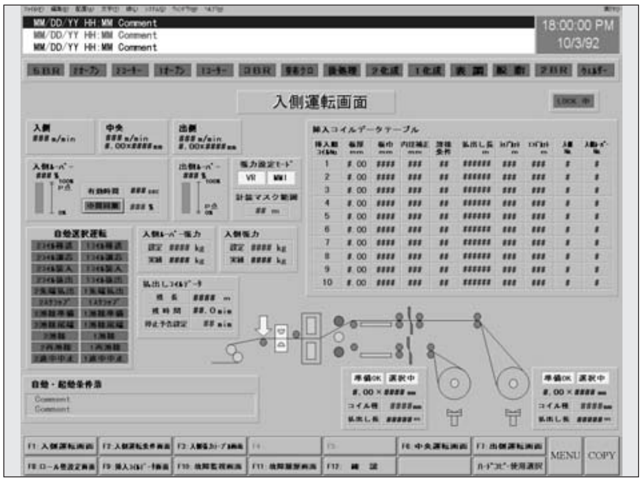
(2)　直流電動機は既設を流用し，駆動装置をディジタル制御サイリスタレオナード装置（LEONIC-M500）に更新。

(3)　主幹制御はプログラマブルコントローラ（MICREXシリーズ）に更新し，自動運転を追加。

(4)　運転状態監視，張力設定，ロール径設定などを行うHCIとして，FAパソコン4台を導入。

以上の機器・システムにより，高度な制御，簡易操作，省保守を実現した。

図14　入側運転画面



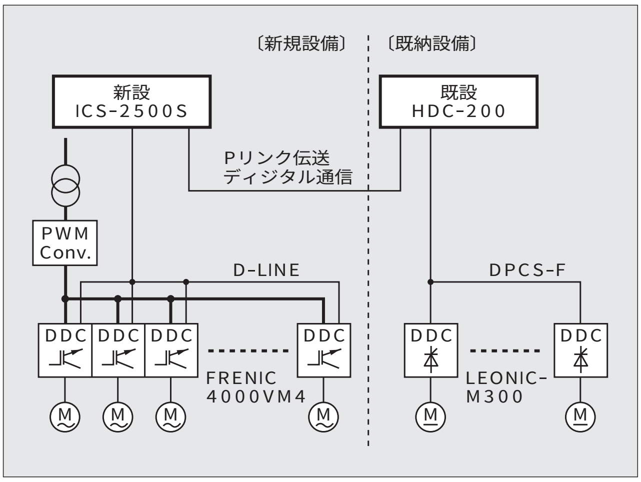
6　抄紙機設備

某社向けに既設抄紙機設備のソフトカレンダ追加改造工事を実施し，順調に立上げを完了した。既設システムの一部更新のため，ラインの揃速（せんそく）性確保が要求される。システム構成と特徴は次のとおりである。

(1)　既設プログラマブルコントローラ（PLC）（HDC-200）と新設PLC（ICS-2500S）間はPリンク伝送を採用し揃速性を確保し，高精度なドロー制御を実現した。Pリンク伝送追加に伴うアプリケーションソフトウェアの負荷増大に対処するため，HDC-200のソフトウェア見直しによるソフトウェアの削減，ICSへの移植を行った。

(2)　ソフトカレンダはロール内温度によりロール径が変化するため，温度監視による自動ロール径補正を行い高精度な速度制御を実現した。

図15　駆動制御システムの構成



回転機・可変速駆動システム

7　新系列大容量誘導電動機

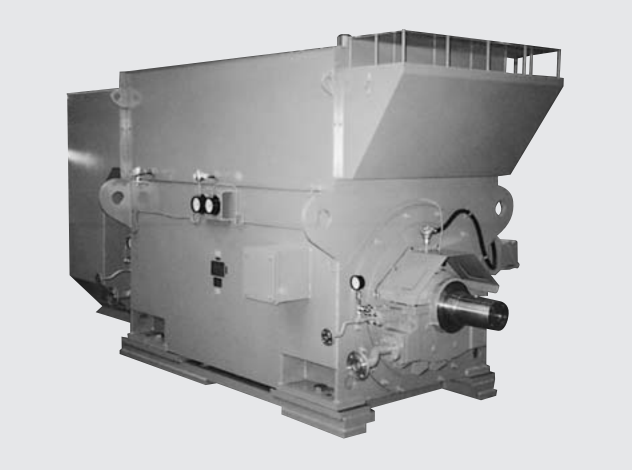
富士電機では，大容量誘導電動機の新シリーズを開発した。新シリーズの適用範囲は，①出力：1,700 ～ 8,500 kW（6 kV，4 極，全閉外扇形，F 種），②電圧：3 kV 級，6 kV 級，11 kV 級，③保護：開放防滴形，全閉内冷形，全閉外扇形，④枠番：450 ～ 710 である。

新シリーズの特徴は次のとおりである。

(1)　内部通風方式の最適化
(2)　鉄心冷却構造の変更
(3)　新方式空冷熱交換器の開発
(4)　新絶縁システム開発による信頼性の向上

以上により，質量で約 9 %，容積で約 10 %（いずれも当社比）の小形軽量化を図った。

図 16　新系列全閉外扇形誘導電動機

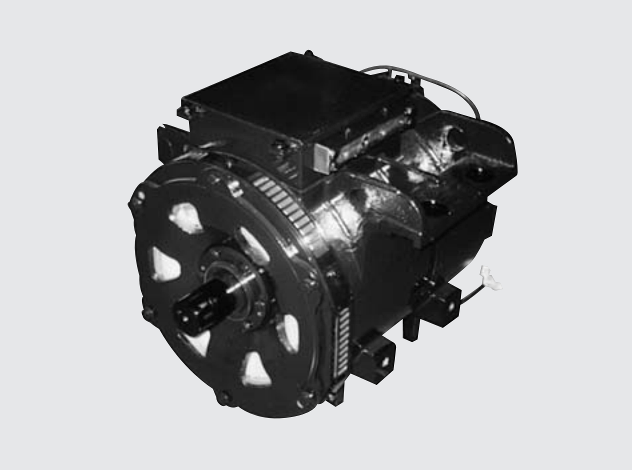


8　シンガポール地下鉄向け車両用主電動機

シンガポール地下鉄 751B 電車の駆動用主電動機を 336 台受注し，1999年 3 月から2000年12月までの間に分割して納入する。初期の電車は直流電動機方式であるが，現在は誘導電動機方式が採用されている。インバータ駆動であることから電食防止のため絶縁軸受を採用し，また長寿命グリースの使用により中間給油をなくし，6 年間無補給とした。製作にあたり，シンガポール当局の ISO 9001，HAZOP（安全性）審査にも合格し，品質面，安全面でも配慮している。主電動機の主な仕様は次のとおりである。

(1)　MLR109 形主電動機
(2)　一時間定格 140 kW，550 V，4 極，H 種，自己通風式
(3)　定格回転数 1,760 r/min，最高使用回転数 3,990 r/min

図 17　電車駆動用 MLR109 形主電動機

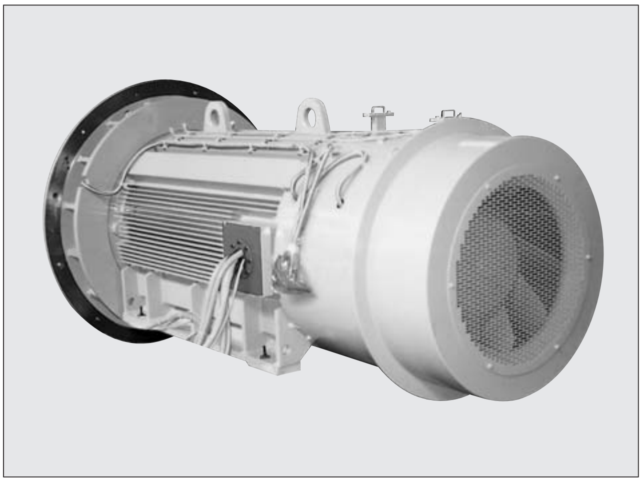


9　トンネル排風機用誘導電動機

トンネル内集じん装置の換気所用排風機設備に，国内最大容量の全閉外扇形リブ冷却方式の電動機を採用した。この電動機は，内部に冷却ファンが設置され，内気を循環させることで冷却性能が向上し，小形軽量化を図ることができた。また，スラスト軸受は 3 列組合せアンギュラ玉軸受を使い，グリース潤滑とし点検・保守を容易にした。

(1)　納入先　：日本道路公団静岡建設局焼津工事事務所
(2)　電気仕様：455 kW，440 V，890 A，510 r/min
(3)　機械仕様：スラスト荷重 16 kN，インペラ荷重 7.2 kN

図 18　トンネル排風機用誘導電動機



発変電システム

1　石油製油所向け大規模変電所

富士電機は，昭和シェル石油(株)川崎製油所向けに設備の増強および近代化に伴う 66/22/3.3 kV 受変電設備更新の機器および工事一式を納入した。

主要機器は，66 kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置（C-GIS），40 MVA および 12 MVA 油入変圧器，22 kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置，3.3 kV 高圧盤などである。

この設備の特長は次のとおりである。

(1)　66 kV および 22 kV 系に C-GIS を採用し，既設比約 50 %の省スペース化を実現した。また，裸充電部の露出を零にして，電気設備の安全性と信頼性を向上させた。

(2)　構内配電用に，24 kV C-GIS を二重母線構造として１号機を25面納入した。この C-GIS は固体絶縁母線を採

図19　24 kV　C-GIS（二重母線構造）

N99-2499-8

2　産業用多機能リレー

F-MPC200 は，保護・計測・操作・監視・伝送の各機能を主回路の回線単位ごとにコンパクトなケースに収納し，一体化した保護制御ユニットである。

特別高圧から低圧までの受変電設備に対応しており，今回大規模変電所への適用を図りシリーズ拡大を行った。主な特徴は次のとおりである。

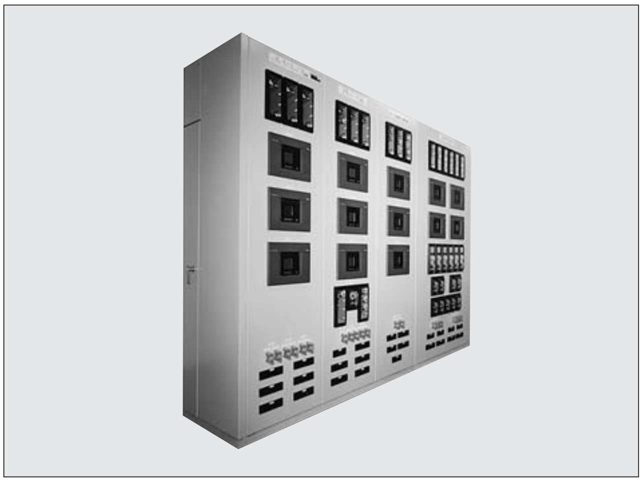
(1)　タッチパネル式液晶ディスプレイから保護制御シーケンスが設定できるので，多様なシステムへの対応が可能。

(2)　CPU の二重化による高信頼性。

(3)　遮断器のトリップコイルの断線監視や事故時計測機能などの保守支援機能。

(4)　T リンク伝送機能と外部インタフェース機能による簡潔な情報ネットワーク結合性。

図20　F-MPC200 搭載の保護リレー盤



N99-2504-3

3　大規模風力発電用変電設備

クリーンエネルギーとして注目されている風力発電の変電設備を北海道（苫前町）に納入した。電力会社に長期契約で電力を供給する国内で初めての商業用発電所である。風車の出力（1,000 kW），台数が20基といずれも国内最大級規模である。

主な構成機器は，66 kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置（New C-GIS），主変圧器，ディジタル形多機能リレー（F-MPC200）を搭載した監視操作リレー盤，風車サイトの屋外配電設備などである。この設備の特長は次のとおりである。

(1)　New C-GIS，F-MPC200 の採用などにより省スペース，運転・保守の省力化を実現している。

(2)　変圧器の励磁突入電流をディーゼル発電機からの逆励磁で抑制し，安定した系統連系を行っている。

図21　大規模風力発電用変電設備

N99-2509-18

電気加熱

1　高周波誘導炉過昇温監視システム

新開発の耐高温度，長寿命の直接浸漬形連続測温センサと監視装置を組み合わせることにより，高周波誘導炉の溶湯温度を連続的に自動制御・監視できるシステムを開発した。主な特長は次のとおりである。

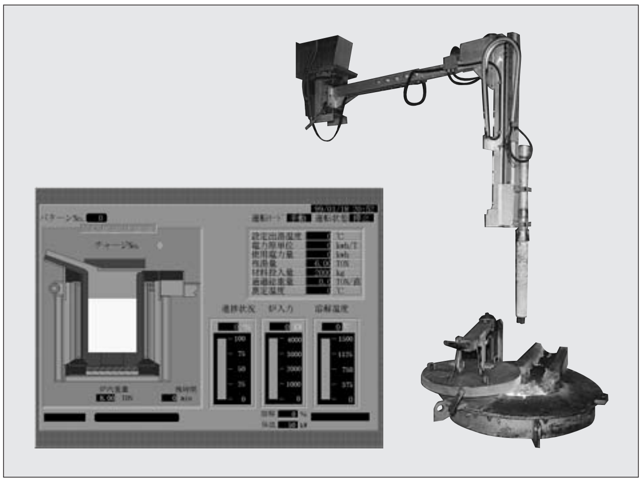
(1)　センサは，1,500 ℃以上の鋳鉄を連続 100 時間以上，または 200 回繰返し測定が可能である。

(2)　監視装置は高速昇温に対応できる予測演算と真温表示の機能を有し，自動溶解機能，操業トレンド監視機能，故障監視機能，運転状況記録機能などが網羅されている。

(3)　過昇温が防止できるので，電力使用量の削減，安全操業，耐火物の寿命延長が期待できる。

(4)　従来のスポット的な測温方法と異なり，連続的な測温が可能で，作業者による測温作業，温度監視が不要であ

図 22　高周波誘導炉過昇温監視システム



N99-2444-7

2　無酸化雰囲気での出湯構造を持つ軸出湯誘導炉

銅合金連続鋳造設備用として，溶湯の酸化および出湯時の温度降下を抑えるために，出湯口をトンネル構造にした軸出湯方式高周波誘導炉（HFT10,000 kg/2,400 kW/200 Hz）を納入した。

特長は次のとおりである。

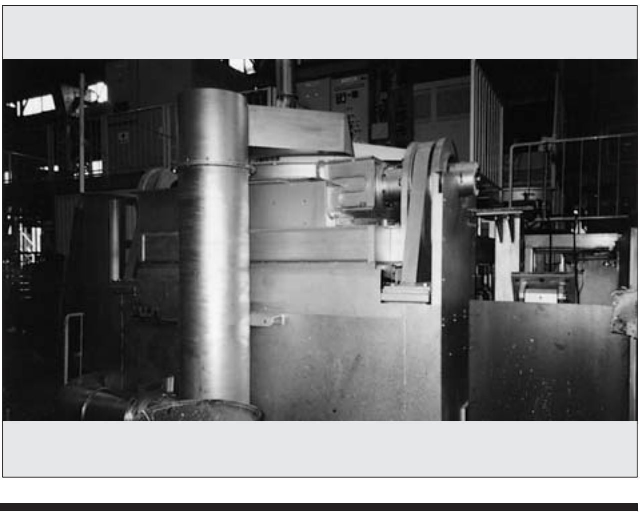
(1)　不活性ガスによるシール下で溶解が可能であり，特殊金属の溶解ができる。

(2)　無酸化雰囲気で出湯ができ，溶湯の酸化を低減できる。

(3)　出湯口がトンネル構造であるため，出湯時の溶湯の温度降下を低減できる。

(4)　常に一定位置に出湯することができる。

図 23　軸出湯誘導炉



3　廃棄物処理用誘導加熱式乾留装置

わが国の廃棄物処理は，ダイオキシン問題，埋立場の枯渇などから，焼却，埋立てだけの処理から，再生利用やエネルギー回収を主とした，ゼロエミッションをめざしている。

富士電機が開発中の誘導加熱式乾留装置は，高分子系廃棄物を炭化し，可燃物は油化，ガス化により，エネルギー回収をめざすものである。装置は，スクリュー式材料供給部，横形回転キルン部，加熱コイル部と電源装置および炭化物取出部，ガス取出口から構成されている。また，50 kW（商用周波数）の入力時，処理能力 200 kg/h である。

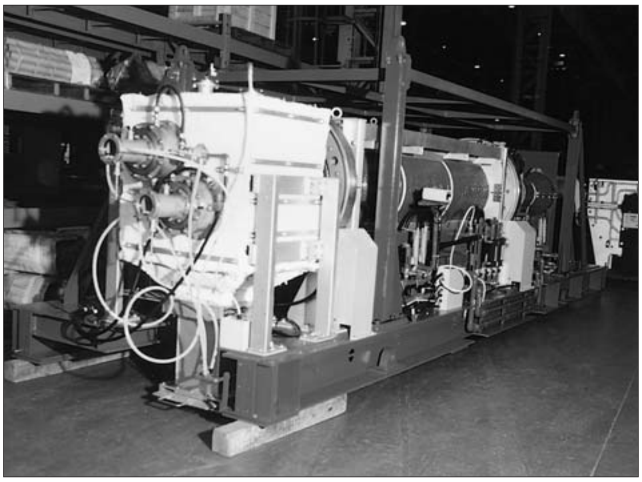
本装置の特長は次のとおりである。

(1)　処理過程でダイオキシンの生成がない。

(2)　加熱効率がよく，制御，取扱いが容易である。

(3)　間欠運転をすることができる。

図 24　誘導加熱式乾留装置



NF8005

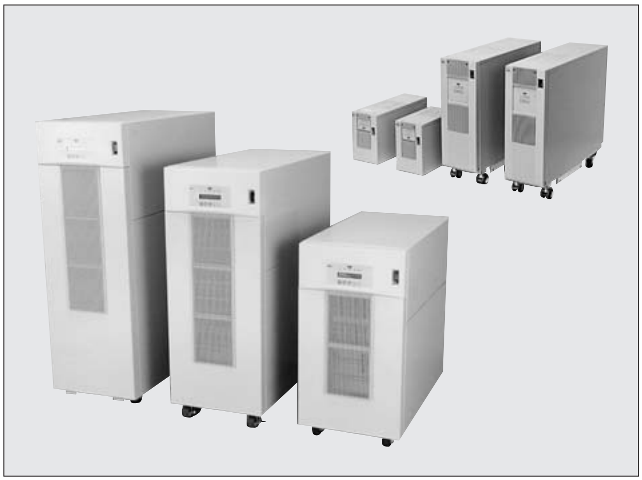
設備・機器

1　新シリーズのミニ UPS「J シリーズ」

Hi シリーズの後継機種として，新形ミニ UPS（無停電電源装置）J シリーズ： 1 〜 10 kVA の系列化を図った。特長は次のとおりである。

(1)　前シリーズと比較し，大幅な小形軽量化を実現した（1 〜 3 kVA モデル）。
(2)　強制風冷方式を採用し，19インチラックへは横置きで，高密度実装を可能とした（1 〜 3 kVA モデル）。
(3)　Windows NT など LAN 対応インタフェースを標準で装備した。
(4)　オプションでネットワークアダプタボードを提供し，ネットワーク環境への対応能力を強化した。
(5)　バッテリーは前面引出し構造とし，保守性を向上させた。

図25　J シリーズ 1 〜 10 kVA



2　住宅用太陽光インバータ「PVHplus3.5」

家庭用の太陽光インバータ（パワーコンディショナ）として，単相 3 線 100 V/200 V 出力の 3.5 kW のモデルを製品化した。主な特長は以下のとおりである。

(1)　主回路のトランスレス化により大幅な小形・軽量化を実現した（従来システムと比較し 37 %の小形化を達成）。
(2)　自然冷却方式を採用し，騒音を 35 dB（A）以下に抑えた。
(3)　系統連系保護として停電時の単独運転防止機能を搭載した。
(4)　停電時の自立運転出力として，専用コンセントから最大 1.5 kVA の電力供給を可能とした。
(5)　ノイズの発生を大幅にカットし，家庭環境の使用に合わせて電力機器としては困難な VCCI クラス B の規格を満足した。

図26　PVHplus3.5

3　産業用太陽光インバータ「PVIplus10」

産業用の太陽光インバータとして，三相 200 V 出力の 10 kW ユニットを製品化した。

装置の特長は以下のとおりである。

(1)　主回路のトランスレス化によりインバータユニットの小形化を実現し，システムとしては，ラック収納による省スペース・高密度実装を実現した。
(2)　表示部とインバータ部を分離し，1 台の表示部で最大 5 台のインバータユニットを管理することができる。
(3)　停電時には，インバータの自立運転として，最大 5 ユニットまでの自立並列運転を可能とした。
(4)　双方向運転機能を付加し，非常用電源として電力系統からのバッテリーへの充電運転を可能とした。
(5)　電力変換損を抑え，最大 94 %の変換効率を達成した。

図27　PVIplus10

設備・機器

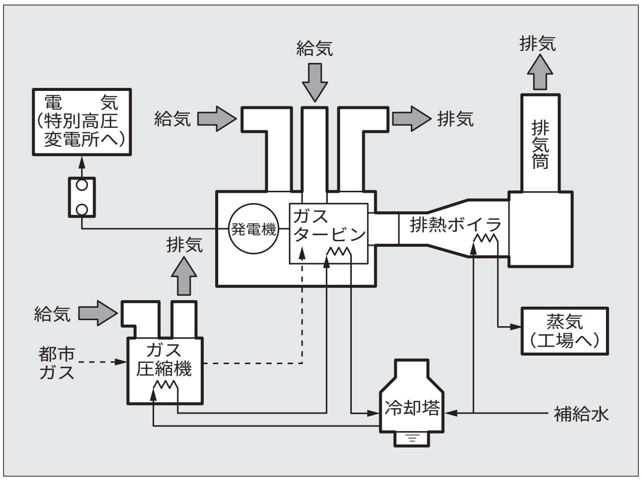
4　半導体製造工場向けコージェネレーション設備

半導体製造工場では，近年の半導体製品価格の下落により，エネルギーの有効利用などによるコストダウンが不可欠である。また，「気候変動枠組み条約第３回締約国会議」（地球温暖化防止京都会議： COP3）で温室効果ガスの削減目標が合意され，ISO14001 を推進するうえでもコージェネレーション設備は注目されている。

富士電機は，系統連系および既設受変電設備を含む総合運用，遠方監視システムなどを含めて提案し，今回，半導体製造工場の新建屋建設に伴い，3,200 kW ガスタービンコージェネレーション設備を受注した。

既設建屋では，電力と熱源は一般商用受電とボイラにより得ていたが，新工場へはコージェネレーション設備で得られた電力と熱（蒸気）を供給するため，エネルギーの効

図 28　システムフロー図



5　省エネルギー形クリーンルーム機器

パソコンなどの電子製品の低価格化に伴い，クリーンルームの建設費・ランニングコストの低減要求も年々厳しさを増している。

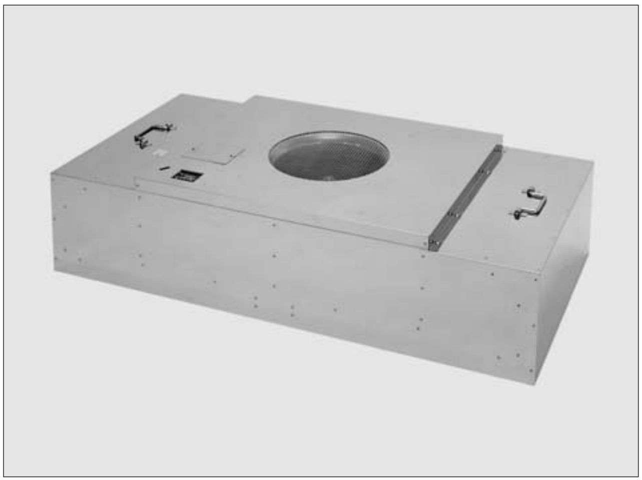
富士電機では，従来製品に比べ大幅に省エネルギー化したエコロジー機器を開発・製品化し，このほど納入した。以下に従来製品と新製品の消費電力を比較する。

(1)　ファンフィルタユニット： 109 W → 79 W（－25 %）
　インダクションモータから DC ブラシレスモータ化。

(2)　エアシャワー： 600 W → 240 W（－60 %）
　シロッコファンからターボファンの採用による電力低減。

(3)　照明器具（40 W × 1 灯）： 49 W → 32 W（－35 %）
　高性能コンバータとバラストの組合せの採用。

図 29　ファンフィルタユニット



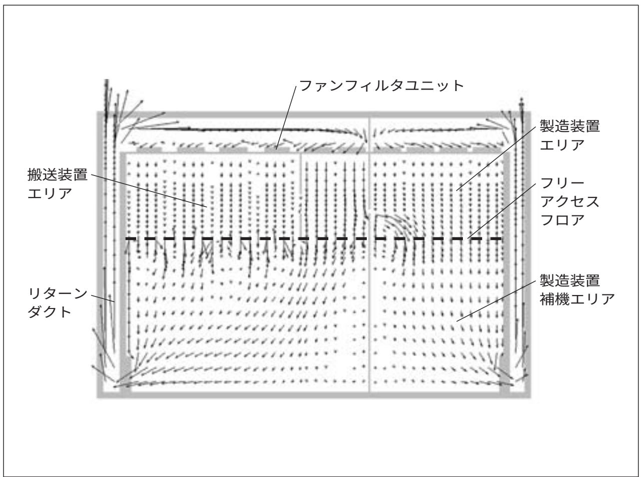
N89-6685-6

6　大規模クリーンルームシステム

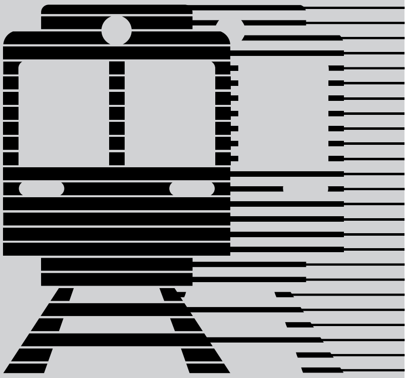
半導体製造工場や液晶工場では，ウェーハやガラス基板の大口径化や微細化に伴い，ほとんどの工程が自動化されてきている。クリーンルームの形態も，広いエリアを全体的に高清浄にする方式から，製造装置の局所クリーン化との整合性のとれたクリーンルームへと変化してきている。

富士電機では，このたび大規模クリーンルーム（約 7,000 m^2）を受注した。多様な製造装置との整合を実現するために，コンピュータによる気流解析手法やクリーンルーム実験室でのモデル実験を行い最適化を図った。右図は２層一体形のクリーンルームの気流解析例で，フリーアクセスフロア上部は，製造装置や搬送装置が設置される高清浄エリア（クラス 10 ～ 100），フリーアクセスフロア下部は，製造装置補機類が設置される準清浄エリアである。

図 30　コンピュータによる気流解析例



交通システム



電気鉄道地上システム

鉄道車両システム

展　望

1999年の国内経済は好転の兆しが見え始めたが，鉄道分野の旅客・貨物輸送は減少した。一方，東海旅客鉄道(株)と西日本旅客鉄道(株)が共同開発した 700 系新幹線電車が３月のダイヤ改正で登場し，９月には 0 系新幹線電車が東海道新幹線から姿を消した。20世紀後半からの世界の高速鉄道輸送システム技術を先導し，日本の社会経済発展に寄与した主役の新旧交替の年となった。引き続き，本格化する高齢化・情報化社会にふさわしい，魅力ある21世紀の鉄道システムの実現をめざして，環境・省エネルギー，性能，安全，情報サービスネットワーク分野など幅広い分野で技術開発，実用化が進められるであろう。

電気鉄道地上システム分野では，21世紀に向けた輸送力増強のために，公営や第三セクター鉄道分野で多くの新線建設プロジェクトが推進されてきたが，電力設備の施工は終盤を迎えている。今後は，運転開始後20〜30年を経過している老朽設備の更新工事が増加するものと思われる。

このようななかで富士電機は，ガス絶縁技術，パワーエレクトロニクス技術，マイクロエレクトロニクス（ME）技術を駆使し，省エネルギー，省保守，省スペース化などに貢献できる設備・機器を開発し，提供してきた。

き電用変電設備としては，東日本旅客鉄道(株)，東海旅客鉄道(株)および西日本旅客鉄道(株)に，更新用主器および配電盤を納入した。公営・民営鉄道へは，最新鋭の省保守形機器や ME 形制御配電盤を中心に構成した新設変電設備を東京都営地下鉄12号線の各変電所，日本鉄道建設公団埼玉高速鉄道線，多摩都市モノレール(株)に納入した。また，高調波障害を抑制する12相化整流方式を採用した変電所更新設備を営団地下鉄，大阪市交通局，東武鉄道(株)に納入した。

駅舎などの電源設備については，東日本旅客鉄道(株)仙石線地下化工事の各駅，および東北・上越新幹線更新工事においては標準化されたクライアント・サーバシステムで構成した制御・保護システムを納入した。東海旅客鉄道(株)総合指令所には更新用として並列冗長式大容量無停電電源設備を納入した。

電力情報処理分野では，西日本旅客鉄道(株)金沢支社に納入したクライアント・サーバ方式を採用した電力指令システムが切替工事を完了し，営業運転を開始した。

新製品としては，直流き電変電設備における次世代化のかなめとなる直流遮断器を原理面から刷新した直流真空遮断器を製品化した。多くのユーザーメリットを提供できる製品として，今後の普及を期待したい。

1998年から実施してきた東京都営地下鉄12号線での「IC カード定期券システム」の実証実験が無事終了した。今後，鉄道事業者での本格的な導入が始まるものと思われる。

鉄道信号分野の情報処理システムでは，1998年に引き続き日本信号(株)にワークステーションを使用した CTC 中央装置用信号監視卓を納入した。

鉄道車両システム分野では，乗客にやさしく環境にやさしい高性能，高機能，低騒音，小形軽量，高信頼性，省保守などの顧客ニーズにこたえる製品を開発し，製作納入した。

新幹線分野では，700 系，E4 系，500 系などの新形車両が営業運転に投入された。富士電機は1999年 3 月に営業投入された 700 系用主変換装置の設計とりまとめを担当し，保守性，信頼性向上などを配慮して製作，納入した。

在来線分野ではシンガポール地下鉄の空港線向け車両駆動用主回路システム，補助電源装置などを納入した。現在，第一編成の現車走行試験中である。また，川崎重工業(株)と共同開発を進めている低価格車両用 VVVF 駆動システム，補助電源装置は，富士電機の工場で定置試験を実施し，現車走行試験で性能確認中である。

補助電源については各種仕様の装置を納入した。特に直流電車用は，IGBT 素子を適用した電源装置を多数納入した。また，客車用電源として東日本旅客鉄道(株)の E26 系特急形寝台客車（カシオペア）用発電装置を納入した。

リニアモータ応用製品として，側引戸駆動用リニアモータシステムは，開発評価を経て，東日本旅客鉄道(株)の E231 形直流電車用の量産に入り，製作納入中である。高性能，高機能，省保守，シンプルな機構による高信頼性が特長で，今後，車両用以外の用途へ拡大することを期待している。

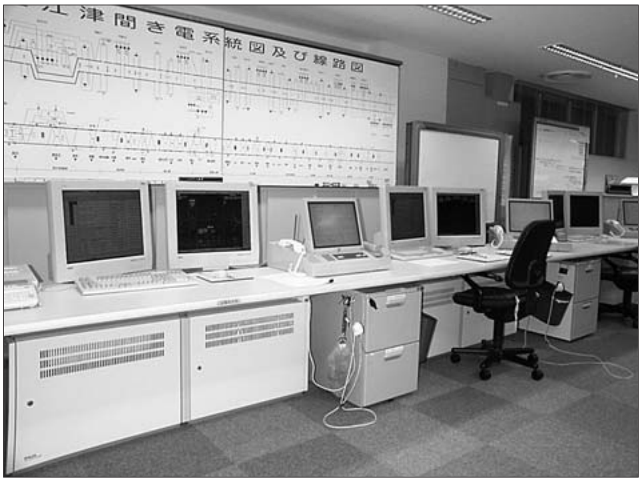
電気鉄道地上システム

1　西日本旅客鉄道（株）金沢総合指令所の電力指令システム

西日本旅客鉄道（株）金沢支社へ電力指令用コンピュータシステムを納入した。このシステムは，北陸本線，七尾線ほかの電力設備の監視制御，データ管理，保守支援を担当するもので，指令所移転に伴い既設設備を更新したものである。二重化制御用サーバと指令卓に内蔵したクライアントによる最新・高性能のクライアント・サーバシステムであり，主な特長は次のとおりである。

(1)　保守作業の管理および保守作業処理をシミュレーション機能により事前に実行確認できる。
(2)　保全・事故復旧マニュアルを電子ファイリング化している。
(3)　インターネット技術により，情報を端末に配信する情報共有化システムを初めて採用している。
(4)　リモートメンテナンス機能を具備している。

図１　電力指令室

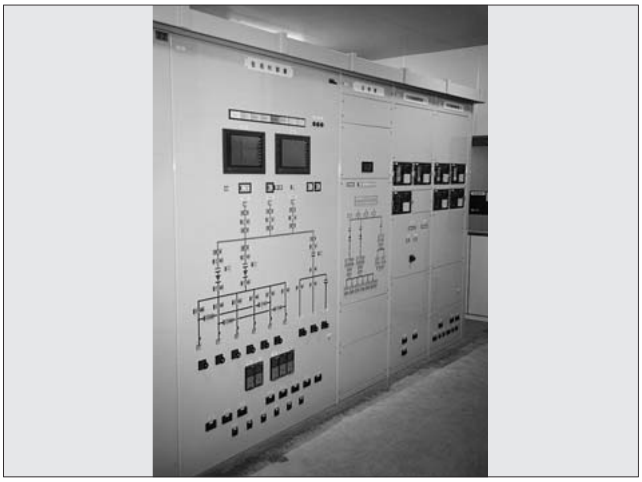


2　東京都交通局地下鉄１２号線の受変電設備

東京都交通局地下鉄12号線の環状部新設に伴い，東新宿変電所および飯田橋変電所に受変電設備一式を納入した。主な設備は，24kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置（C-GIS），整流器用ガス絶縁変圧器，沸騰冷却シリコン整流器，直流 1.5kV および 7.2kV 閉鎖配電盤，主制御用配電盤などである。主な特長は次のとおりである。

(1)　整流器は，等価12パルス方式を採用し，高調波抑制対策を図っている。
(2)　車両の回生失効対策として，電力回生インバータを採用している（飯田橋変電所）。
(3)　制御システムは，プログラマブルコントローラの二重化構成とし，また，故障表示，計測および点検用として，液晶カラーディスプレイを採用し，信頼性および保全性の向上を図っている。

図２　主制御用配電盤

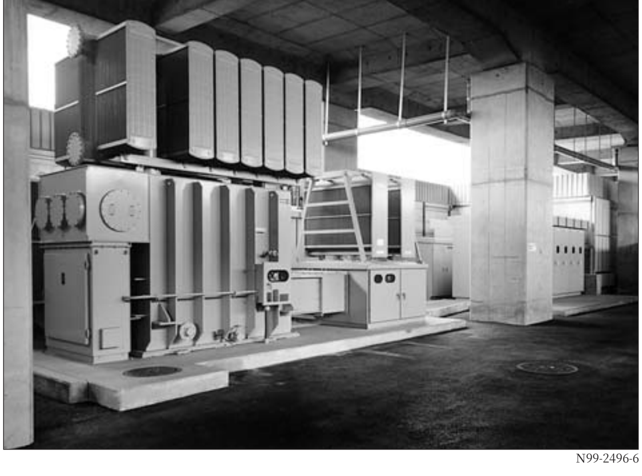


3　多摩都市モノレール（株）日野変電所の受変電設備

多摩地区を南北に結ぶ多摩モノレールに安定した電力を供給する日野変電所に受電設備一式を納入した。主な設備は，72kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置（C-GIS），整流器用ガス絶縁変圧器，シリコン整流器，直流 1.5kV および 7.2kV 閉鎖配電盤，電力回生インバータ装置，主制御用配電盤などである。主な特長は次のとおりである。

(1)　機器の不燃化と大幅な設備縮小化により，中央自動車道の高架下を有効に活用した屋外変電所である。
(2)　整流器は沸騰冷却式12パルス方式を採用し，高調波対策を図っている。
(3)　主配電盤はプログラマブルコントローラとディジタルリレーで構成し，故障表示は液晶カラーディスプレイの採用により，小形化，高信頼性，メンテナンスの省力化を実現している。

図３　受変電設備の全景



N99-2496-6

電気鉄道地上システム

4　日本鉄道建設公団埼玉高速鉄道線戸塚変電所の受変電設備

埼玉高速鉄道線新設にあたり，戸塚変電所に受変電設備一式を納入した。主な設備は24 kVキュービクル形ガス絶縁開閉装置（C-GIS），整流器用変圧器，シリコン整流器，直流1.5 kVおよび7.2 kV閉鎖配電盤，主制御用配電盤などである。主な特長は次のとおりである。

(1)　沸騰冷却式整流器，ヒートパイプ式回生インバータおよびガス絶縁機器の採用により不燃化を実現している。

(2)　整流器は，等価12パルス整流とすることで高調波対策を実現している。また，車両の回生失効対策として，電力回生インバータ装置を採用している。

(3)　主配電盤はプログラマブルコントローラとディジタルリレーで構成した分散方式とし，高信頼性，保守省力化を実現している。

図4　沸騰冷却式整流器設備

5　東武鉄道（株）大和田変電所の受変電設備

東武鉄道（株）野田線の大和田変電所の老朽化更新および電力増強のため，受変電設備一式を納入した。

主な設備は，84 kVキュービクル形ガス絶縁開閉装置（C-GIS），整流器用変圧器，沸騰冷却式シリコン整流器，高圧配電用変圧器，直流1.5 kVおよび7.2 kV閉鎖配電盤，主制御用配電盤などで構成され，それぞれ高機能，安全性，低騒音化に加え，スペースの有効利用に配慮している。主な特長は次のとおりである。

(1)　並列12パルス整流器（相間リアクトルなし）の採用により，高調波対策を図っている。

(2)　小形直流高速度遮断器を適用した直流1.5 kV閉鎖配電盤化の採用により，省スペース化，安全性向上を図っている。

図5　低騒音形整流器用変圧器

6　電気鉄道変電所用新形直流遮断器

➲関連論文：富士時報 1999.2 p.111-117

富士電機では，電気鉄道直流変電所の次世代化を指向した直流高速度真空遮断器の製品化を完了し，納入を開始した。従来から使用されてきた高速度気中遮断器（HSCB）に比較して以下のような多くの特長を持っている。

(1)　アークレス遮断方式であるためにほとんど損耗がなく，保守点検周期を大幅に延長できる。

(2)　小電流から大電流まで全領域にわたって確実に遮断でき，負荷投入性能も優れている。

(3)　アークスペースが不要なため，HSCB盤に比較して約50 %の容積に小形化できる。

(4)　保安上安全な構造とし，また SF_6 ガスを使用しない新しいガスコンデンサの採用により，地球環境を配慮した不燃化を実現している。

図6　直流高速度真空遮断器

鉄道車両システム

1　シンガポール地下鉄車両用 VVVF 駆動および補助電源システム

市街地中心部への自動車の乗り入れを制限しているシンガポールでは，地下鉄は国民の最も重要な交通手段である。LTA（Land Transport Authority）は，地下鉄のチャンギ空港線乗り入れのため，車両の大幅な増備を計画した。川崎重工業(株)と日本車輌製造(株)は，126 両（21編成）を受注し，富士電機は，主回路電機品および補助電源装置を両社から受注した。1999年末，第 1 編成車両の試運転を無事完了した。2001年 4 月には全 126 両が納入されて営業運用される。主要機器および特徴は次のとおりである。

(1)　VVVF インバータ：IGBT 適用一次磁束基準磁束制御形ベクトル制御，最大出力；415 kVA × 2，84台

(2)　補助電源装置：IGBT 適用インバータ，バッテリーチャージャ付き，定格；80（55）kVA＋16 kW，126 台

図７　C751B 形地下鉄用電車

2　東日本旅客鉄道(株)新形寝台特急客車「カシオペア」用電源装置

東日本旅客鉄道(株)は，寝台特急客車「北斗星」の後継車として，E26 系「カシオペア」を製作・運用している。

富士電機は，この客車の電源車（写真の左手前）の車体下部にコンパクトに搭載される発電装置（440 kVA × 2）を製作・納入した。この装置の特長は次のとおりである。

(1)　発電機はブラシレス構造とし，保守性を向上させた。

(2)　プログラマブルコントローラを適用し，リレー回路の無接点化を図るとともに，ソリッドステートコンタクタを適用してラジエータファン用回路の無接点化を図り，配電盤の保守性を向上させた。

(3)　車両情報（モニタ）装置との制御伝送機能により，各車掌室からの状態監視および発電装置の起動・停止が可能となった。

図８　「カシオペア」電源車

3　直流電車用補助電源装置

近年，車両用補助電源装置として，高効率・高性能・高機能・省メンテナンスである静止形インバータ装置（SIV）が用いられている。SIV は新形車両だけでなく，旧形車両の電動発電機の置換え用としても適用されている。

富士電機はこの SIV の多くの製作実績を有する。特に直流電車用 SIV は系列化を進めており，多様な仕様・容量に対応することができる。1999年には83セットの直流電車用 SIV を製作，納入した。特長は次のとおりである。

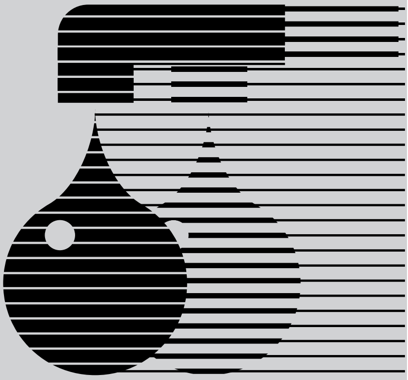
(1)　高耐圧・大容量 IGBT の適用による小形・軽量化

(2)　車両制御伝送にも対応可能で，自己診断機能，故障モニタ機能を有することによるメンテナンス性の向上

(3)　豊富な実績に基づく適切な EMI（電磁干渉）フィルタなどの適用による誘導障害対策の実現

図９　70 kVA 補助電源装置

公共・社会システム



上下水道
社会システム
環境システム

展　望

公共・社会システム部門においては，情報と環境をキーワードとしてソリューション技術を適用し，情報化，省エネルギー化，環境負荷を低減する「ゼロエミッション」などへの取組みを積極的に行ってきた。

上下水道分野では，困難化する水資源開発，複雑化・多様化する水質問題など，水道がその社会的使命を全うしていくために，これまでより質・量ともにより高い水準が求められるようになってきた。また，下水処理水を水循環の重要な構成要素として位置づけるなど，下水道に要求される役割も一段と多様化・高度化してきている。

近年，水道の水源となっている湖沼などにおいて，富栄養化により，藻類が発生するなどの問題が発生している。富士電機では，東京都水道局と共同で通商産業省から補助金を受けて，環境にやさしい太陽光発電エネルギーを電源とした水質保全システムを小河内貯水池に導入した。今後，太陽光発電設備の機能，水質保全装置の回収効果検証などの調査研究を行っていく予定である。

安定した水の供給を確保するために，広域水道情報管理システムや大規模水運用制御システムなどのソリューション技術がクローズアップされてきた。

これは，浄水場情報・給水先情報などを共有化し，浄水場間の連携運用を図り，災害時・事故時の支援機能を持つシステムである。要素技術としては，オープンなソフトウェアプラットホームを採用し，ディジタル伝送路による高速なネットワーク通信と Web 監視を実現したもので，今後の広域情報管理システムの主流になるものと考えている。

また，水質事故の迅速な検知と事故対応時の業務を支援する河川水質事故管理システムを開発した。

上下水道分野のエネルギー消費のうち，電気エネルギーの占める割合は 85 %と高く，ポンプ・ブロワなどの省エネルギー対策には VVVF 装置による電動機の可変速化が主流となっている。1,000 kW を超える高圧電動機の駆動用として，高圧ダイレクト VVVF を開発し適用している。

オゾン発生装置に関しては，高濃度酸素式オゾナイザシステムの商品化を完了し，高度排水処理，脱臭・脱色処理，殺菌システムなどへの拡販を推進している。

社会システム分野では，道路，学校，ダム，官公庁庁舎，福祉施設，病院，公園，都市再開発，通信基地，各種公団ほかさまざまな分野の社会基盤施設に各種設備を納入した。

道路関係については，トンネル内の空気を浄化する電気集じん機の実績を重ねたが，今回はブロック化工法を用いて現地の工期を大幅に短縮した電気集じん設備を納入した。また，視覚障害者の建物内での移動をお手伝いする音声誘導装置を福祉センターに納入した。このような福祉関係の設備は住民に対するサービス向上を図るうえで今後も需要が続くものと思われる。

一方，各省庁および自治体では，「気候変動枠組み条約第 3 回締約国会議」（地球温暖化防止京都会議）における二酸化炭素削減の数値目標達成に向け環境対策への意識が高まっており，これにこたえるクリーンエネルギー源として中小規模（5 ～ 30 kW）の太陽光発電設備や風力発電設備を大学などに納入した。なお，電気エネルギーの基盤設備として，受電設備・自家用発電設備・無停電電源設備およびこれらのエネルギー監視設備を，大規模から小規模にわたり引き続き各方面の顧客に納入した。

環境システム分野では，ゼロエミッションをコンセプトとした循環形社会への展開が急速に進んでいる。これからの環境ビジネスは，従来までの「処分する」というハードウェア指向から「ゼロエミッション」を実現するソフトウェア指向へと変化していくと考えられる。

廃棄物処理では，ダイオキシンの排出抑制対応として脚光を浴びているガス化溶融炉の実用化施設の計装制御システムを，三井造船(株)経由で福岡県八女市向けに納入した。ガス化溶融炉については，その制御技術が十分確立されていなかったが，今回，制御の安全性にも十分配慮した計装制御システムを完成させた。

リサイクル処理では，空き缶・空き容器回収システムを八丈島ではデポジット制度に適用，愛知県飛島村では IC 付磁気カードの福祉カードを利用したポイントカード制度に対応するなど，容器リサイクルのニーズにこたえるとと

上下水道

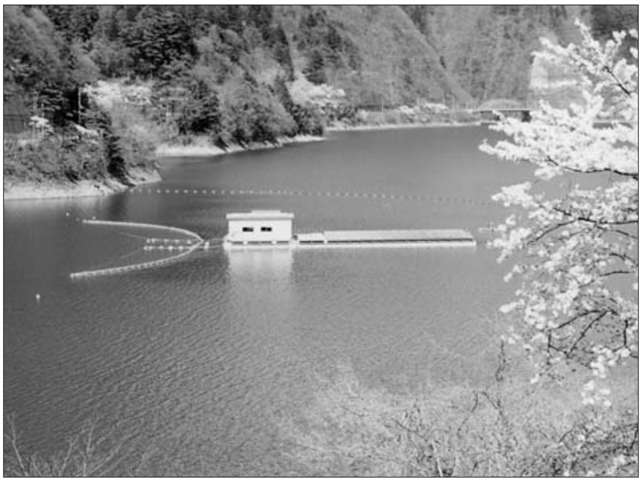
1　太陽エネルギー利用水源地水質保全システム

水道施設では河川の水質悪化に対応して，従来の水処理に加えてオゾンや活性炭を使った高度浄水処理を行う取組みをしてきた。一方で，水源である湖などでは夏場に藻類が発生するなど，その対応が課題となっていた。そこで，今回水源という環境に適した太陽エネルギーを電源とした水質保全システムを小河内貯水池に設置した。

このシステムは，藻類を回収，処理する装置の電源をすべて太陽電池および補助用の蓄電池から供給する独立運転システムである。また，藻類の発生を促す日射から発生した発電エネルギーを効率的に運用したものである。

1999年度から2002年度までの４年間にわたって，太陽光発電設備の機能，水質保全装置の回収効果などの検証および設備の改善を行い，最適なシステムを確立していく。

図１　湖面設置太陽光発電設備・水質保全装置

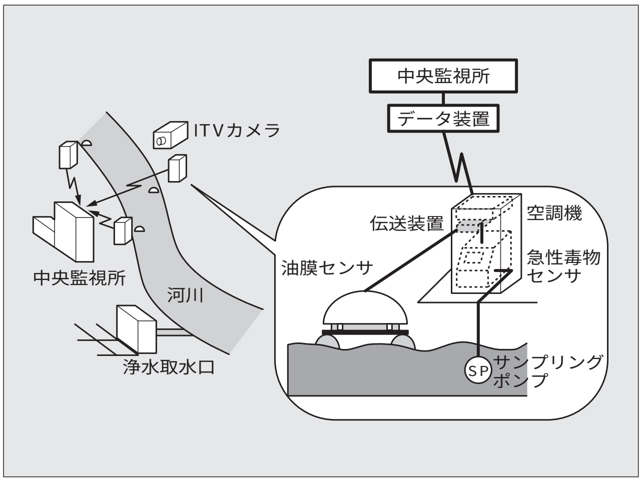


2　河川水質事故管理システム

河川水質事故は流域の人口増加とともに増大し，河川下流部に浄水取水口を有することの多い都市圏にとっては大きな脅威となっている。

富士電機は，水質事故の迅速検知および事故対応時の各種業務を支援する河川水質事故管理システムを開発した。事故の検知には，①シアンなどの急性毒物を検知する水質安全モニタ，②油類流出を検知する油膜センサ，③魚浮上を検知する画像監視システムなどの設置により対応している。また，事故対応業務の支援には，①現場画像情報の伝送による被害情報の収集，②流域データベースとの照合による汚染源・事故物質の推定，③被害範囲の予測シミュレーション，④事故処理方式の意思決定支援機能などを提供している。これらにより河川水質事故という不測事態による被害の最小化をめざしたシステムを実現できる。

図２　河川水質事故管理システム



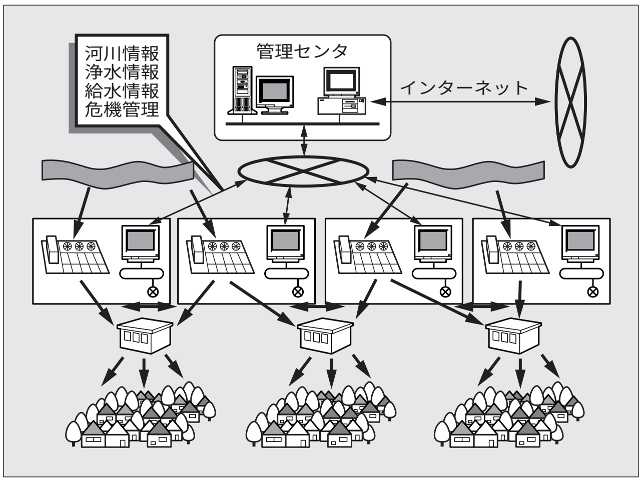
3　広域水道情報管理システム

広域水道では，点在する浄水場や水域の配管ネットワークを活用し，平常時の安定給水を維持しつつ，渇水や災害時に強い水道の実現，さらに今後は地域ごとの需要者ニーズに応じた多様化への対応が課題となっている。

富士電機は，上水道における豊富なシステムノウハウ蓄積と最新技術を基に，広域水道向け情報管理システムを提供している。特長は次のとおりである。①イントラネットによるWeb監視，②ディジタル伝送路による高速化，③オープンなネットワーク環境，④災害時の職員招集，備蓄資材管理。

このシステムの導入により，エリア内の施設運用状況のリアルタイム監視はもちろんのこと，浄水場間の給水連携による水質の安定化など，シビルミニマムを視野に入れた事業運営が可能になる。

図３　広域水道向け情報管理システム



上下水道

4　大規模水運用制御システム

生活に必要不可欠な水を，常に安定した質・量で供給することは水道関係者にとって最重要課題である。しかしながら大規模な水系統の運用には豊富な知識と経験が必要であり，熟練オペレーターによる運用が必要不可欠であった。

富士電機はこれらの課題に対して，予測計画手法の工夫と運用支援機能の充実を図った「水運用制御システム」を開発した。

このシステムの主な特長は次のとおりである。

(1)　経年変化に追従する予測手法，バリエーションに富む計画手法を備え，水系統の自動・最適運用を実現した。

(2)　水系統変更の対話入力機能による支援画面のビジュアル化，シミュレーション環境の充実により，工事などによる頻繁な運用形態の変更に対して容易に対応可能とした。

図４　大規模水運用制御システムの納入例

N99-2490-9

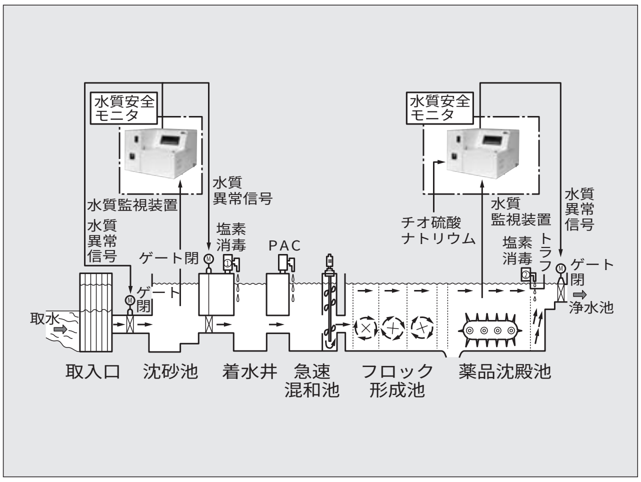
5　浄水場向け有害物質流入緊急遮断システム

農薬などの毒性物質の河川への流入，浄水場に対する水質テロリズムなど，浄水処理で消毒できない毒物に対する流入の防止と被害地域の極小化は，水道設備の危機管理として重要になっている。水質安全モニタは，これらの急性毒物を検知するセンサであるが，今までは監視・警報用であった。

今回納入したシステムは，沈砂池・沈殿池に設置したモニタが毒物を検知するとそれぞれ流入ゲート，沈殿池流出弁を緊急閉動作させ，流入防止と被害極小化を行うものであり，即時性と高信頼性を持つ水質安全モニタを用いた毒物緊急遮断システムとなっている。

また，チオ硫酸ナトリウムの混合により，塩素注入後の処理水を無害化してモニタリングを可能にした点も新しい試みである。

図５　有害物質流入緊急遮断システム



6　高度水質制御システム

信頼できる安全でおいしい水道水が求められているなかで，富士電機はセンサ技術，プロセス制御技術，オゾン処理技術を駆使した「高度水質制御システム」を開発した。

その特長は次のとおりである。

(1)　おいしい水のための最適なオゾン注入制御

溶存オゾン一定制御による水質変化自動追従制御。

(2)　トリハロメタン対策としての後次亜塩素酸ナトリウム（次亜）注入制御

前・中塩素を廃止し，アンモニア除去と消毒を後次亜にて同時に実現（フィードフォワード＋フィードバック）。

(3)　クリプトスポリジウム対策としての微粒子監視

沪過池および活性炭吸着池出口での微粒子の連続監視。

(4)　センサとプロセス制御の安定性向上対策

複数のセンサ情報の論理演算による制御の安定性向上。

図６　高度水質制御システムの納入例

N99-2489-1

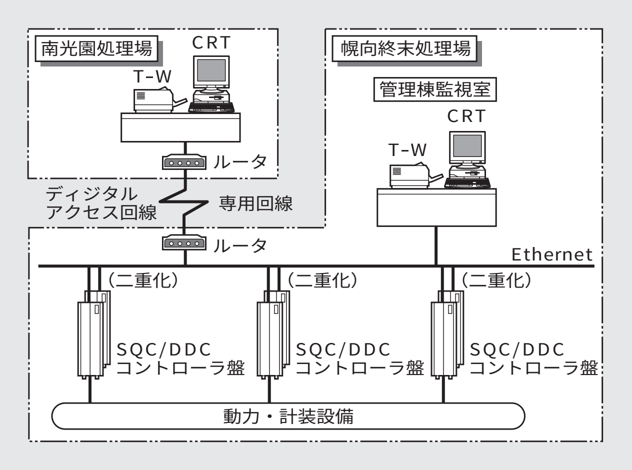
上下水道

7　ディジタルアクセス回線利用遠方監視制御システム

下水道は生活環境の改善，浸水の防止，公共用水域の水質保全の役割を持った重要な社会基盤である。その施設は地域に広く分散し，相互の情報連携のもとに運転している。遠方監視制御システム構築の技術的要件は，各施設の情報化の推進とそれらを結合するネットワークの構築である。

富士電機は岩見沢市幌向終末処理場に対し，オープンな制御 LAN 上に場内用 CRT 装置を接続するとともに，中核終末処理場に配置した CRT 装置をディジタルアクセス回線（DA 回線）で直結したシステムを納入した。DA 回線は大量データを高速に伝送できる信頼性の高い回線であり，処理場間のデータ伝送に適している。このシステムは幌向終末処理場運転管理の信頼性と自由度を高めるとともに，市下水道施設の統合管理の一助として貢献している。

図７　幌向終末処理場のシステム構成



8　新形スクリーン表示装置

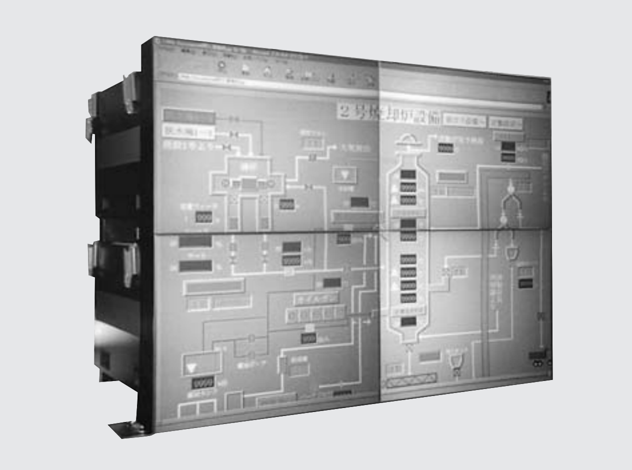
上下水道施設では最近，大形スクリーン表示装置を用いて信頼性の高い運転操作・維持管理を行うほか，地域住民に対して施設の紹介を行っている。

富士電機は長年にわたる監視制御システムの納入実績を踏まえて，このたび，新形スクリーン表示装置の提供を開始した。この装置は RGB 光を CMOS SRAM 半導体上に形成された数十万個の微小（16 μm 角）な鏡に照射し，鏡の角度を制御することで映像を得る方式をとっている。

特長は次のとおりである。①監視に適切な輝度（200 ～ 400 cd/m^2），②長寿命（10年，現有方式は 2 ～ 5 年程度），③可視範囲の拡大（水平 160 °，垂直 80 °以上）。

富士電機製既設監視制御設備との親和性に富み，プラント運転時の情報共有化，上下水道施設と住民との接点としての貢献が期待できる。

図８　新形スクリーン表示装置



9　浄水設備向けポンプ用高圧ダイレクト VVVF

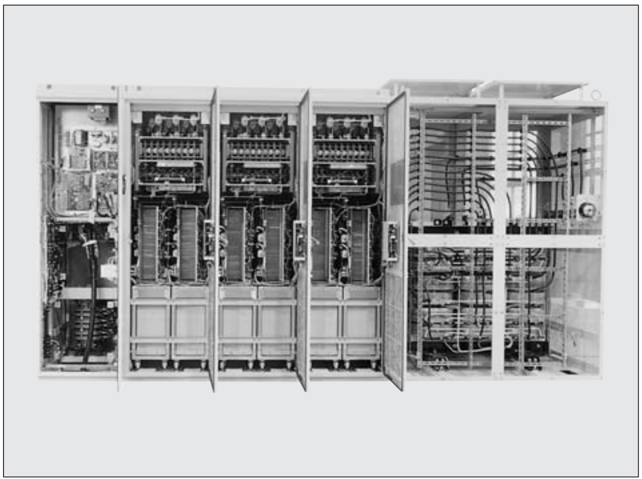
浄水設備のエネルギー消費の約 7 ～ 8 割は取水，送水，配水ポンプなどによる原水，処理水の運搬にかかわっている。これらの省エネルギーには VVVF などの交流可変速電動機の適用が有効であるが，1,000 kW を超える高圧電動機については，低圧 VVVF に入出力変圧器を接続して適用していたため，効率，スペース，価格などで不経済であった。これを解決する方法として，高圧ダイレクト VVVF を開発し，配水ポンプに適用した。主な特長は次のとおりである。

(1)　出力変圧器が不要なため，高効率（97.5 %以上）。

(2)　多相整流方式により高調波を抑制し，高力率（約 95 %以上）を達成。

(3)　出力電流が正弦波に近いため，電動機にやさしい。

図９　高圧ダイレクト VVVF



社会システム

1　日本道路公団向けトンネル用電気集じん設備ブロック化工法

富士電機は，日本道路公団日本坂トンネル上り右ルートにおいて，現地工期短縮を目的に電気集じん設備をブロック化工法で施工した。従来電気集じん設備の現地工事は，電気室・補機室などの建築工期に影響を受けるうえ，水配管工事や空気配管工事などの現地施工分が多いため約125日を要していた。今回ブロック化工法を採用したことで，現地工期は約35日と大幅に短縮された。

この工事で採用したブロック化工法は次のとおりである。

(1)　電気室および補機室のシェルタ化
(2)　集じんファンの床置き
(3)　洗浄弁および切換弁のユニット化
(4)　水配管および空気配管材質のポリエチレン管採用
(5)　風路隔壁板の軽量ガルバリウム鋼板パネル採用

図10　補機シェルタと電気集じん機本体

N99-2479-18/N99-2479-9

2　視覚障害者用音声誘導装置

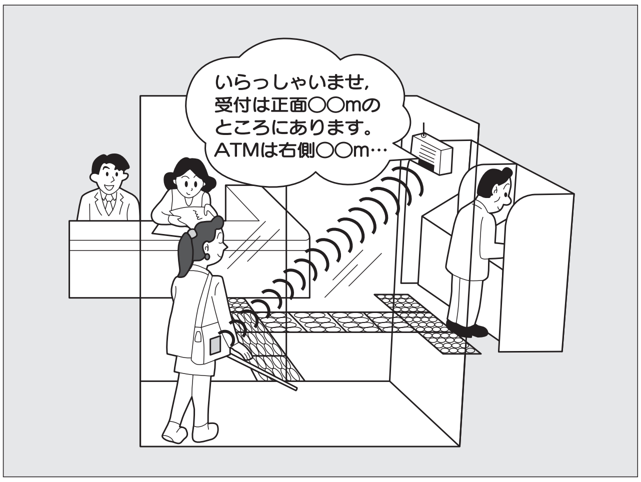
富士電機は，小形送信機を携帯した利用者が近づくと音声で誘導し，目的の場所へ迷うことなく行ける装置を多くの公共施設へ納入してきた。とりわけ，視覚障害者には心強い味方となっている。

システムの構成は次のとおりである。

(1)　小形送信機：利用者が携帯し，一定間隔で自動送信する。
(2)　受信機：壁面や天井などへ設置し，小形送信機からの信号を受信し音声情報を提供する。
(3)　リモコンカード：受信機の音量調整や音声切換を行う。
(4)　音声触知盤：触知図上にボタンを配置し，音声情報を提供する。

今後とも，人にやさしいシステムとして，この装置を多様な空間に応用する開発を進めていく。

図11　音声誘導装置のイメージ図



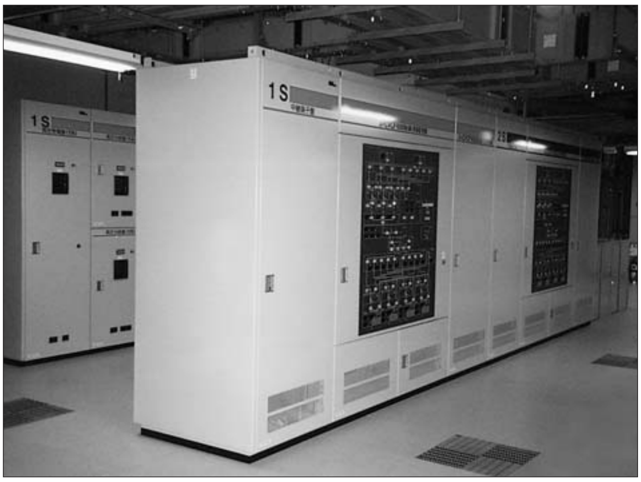
3　計算センター用大形無停電電源装置

高度情報化社会への発展とともにその根幹をなすコンピュータ設備は，情報の一元管理による機密保持，機器集中設置による大量高速処理，保守管理の省力化などを目的としてセンター化が図られている。富士電機は従来から，高信頼性かつ大容量が求められる大形コンピュータ用電源設備のトップメーカーとして多くの実績を残してきたが，今回，官公庁向けに2,000 kVAクラスの無停電電源装置を納入した。

システム構成は並列冗長無瞬断バイパス切換方式UPS3 × 1,000 kVA × 2系統，単機無瞬断バイパス切換方式UPS75 kVA × 2セット，および高低圧周辺盤である。

また，このシステムでは納入設備全般を公衆電話回線を通じ遠隔監視可能なモニタシステムを備えており，早期障害対応を行っている。

図12　大形無停電電源装置



環境システム

1　高効率・高濃度オゾン発生装置

オゾン処理の普及・定着を図るため，高効率・小形化・低コストをめざした高濃度オゾン発生装置（オゾナイザ）を開発した。富士オゾナイザ FWX シリーズ（オゾン発生量 0.1 ～ 100 kgO_3/h）は，酸素を原料として高濃度オゾンを効率よく発生する高濃度オゾン発生装置である。FWX シリーズの最大の特長は，電力調整器には高調波の発生を抑える PWM コンバータの採用と，実績あるガラスライニング管の精度をさらに向上させ，高精度，高冷却効率の両面冷却式オゾン発生管を採用していることである。これにより，オゾン発生量を従来の約10倍に向上させ，約50 %の小形化・消費電力の低減を実現している。富士電機は高濃度オゾンを利用した促進酸化技術など利用技術の開発をさらに進め，下水・産業排水・パルプの分野への事業拡大を推進する。

図13　高濃度オゾン発生設備（総発生量 7.5 kgO_3/h）

2　ごみ熱分解燃焼溶融炉の計測制御システム

近年，ごみ量の増大と最終処分地の不足が深刻な社会問題となっている。そのため，今後のごみ焼却処理は，焼却灰の減容，焼却排熱の有効利用などが不可欠であり，さらに，ごみのリサイクル，再資源化が強く求められている。

三井造船(株)が開発した「ごみ熱分解溶融プロセス」は，このような問題を解決できる理想的な次世代形ごみ処理システムである。

富士電機は，このごみ処理システムに最新の分散形制御システム MICREX-IX システムを納入した。そのなかでダイオキシン抑制制御や省エネルギー制御などを実現し，理想的な計測制御システムを構築している。

図14　ごみ熱分解燃焼溶融炉の計測制御システム

3　容器回収処理システム

容器包装リサイクル法の施行に伴い，全国の自治体において缶・ペットボトル回収システムの導入検討の気運が高まるなか，富士電機は飲料容器の分別・減容化を自動で行う回収機および回収・メンテナンスを含めたリサイクルの仕組み作りを提供してきた。そして，市場のさまざまな要求に対応するため，容器を投入した利用者への還元機能の充実，強化を行った。

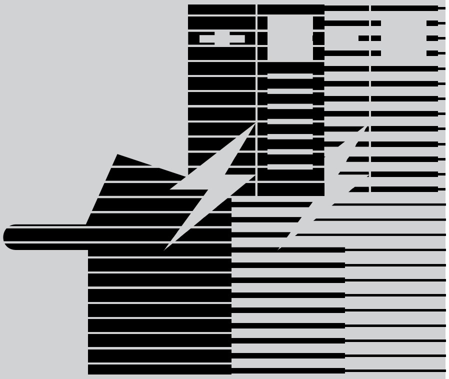
(1)　デポジット対応：八丈島でのデポジット制試行において，デポジットの対象容器であることを示す特殊バーコードのみを読み取り，その容器に対して10円を返却する。

(2)　IC カード対応：愛知県飛島村の「すこやかカード（IC 付磁気カード）」の磁気データ部分を利用し，福祉カード兼回収機のポイントカードとして運用可能とした。

今後は，回収機のネットワーク化を推進する。

図15　デポジット対応缶処理機

情報通信・計測制御システム



ソリューション
コンピュータ・コントローラ・ネットワーク
計測・制御システム
計測機器
ビジョン・レーザ

展　望

1999年も前年に引き続き景気の低迷から脱することができず，産業界はますます厳しい状況に置かれている。

国内の企業は，グローバリゼーションのなか，生き残りをかけた経営の抜本的改革が急務となっている。

一方で，地球環境問題や少子高齢化など将来にかかわる社会的問題があり，自治体，公共団体においても財政が悪化するなかでよりよいサービスを効率よく提供していくことが大きな課題になっている。

いずれの問題も，これまでのわが国の仕事や組織の仕組みのなかで対応できる範囲を超えており，事業構造の変革を伴った抜本的な業務の革新，組織の再編や人の意識改革が必要とされている。これらの改革にはスピードが求められており，この目的を達成するキーとなるのがインターネット技術を中心にした IT（情報技術）である。

このようななかで富士電機は，前年発表した Solution_MEISTER（ソリューションマイスター）を各方面へ提供すると同時にメニューの拡張，充実を行った。Solution_MEISTER は，顧客の業務革新，収益改善を達成するために最新の IT を駆使した課題解決策を，コンサルティングから運用・保守サービスに至るライフサイクル全般にわたって提供するものである。

SCM（サプライチェーンマネジメント）により購買・生産・物流のトータル最適化を図るソリューションとして，各種計画ツール，予測ツールを使ったコンサルティングメニューを開発し，物流分野や各種製造分野に適用した。

民間はもちろん公共分野でも施設・設備資産の効率的な管理と運用が求められていることに対応して，FMS（ファシリティマネジメントシステム）を開発し，納入した。

水処理分野において，監視制御のほかに水運用や業務支援系のソリューションメニューを強化したほか，電力分野においても，インターネット技術を適用した情報共有化により監視制御系と業務系の連携強化を実現するシステムを開発した。

省エネルギーの一層の推進が求められていることにこたえて，無線ネットワークを利用して電力量の計測を簡単に行えるエコモニタリングシステムを商品化した。さらに，マルチメディア監視端末や LONWORKS 対応機器など，分散した機器をオープンなネットワークに接続して統合管理・運用できるシステムを商品化した。

ソリューションの核となるサービスについては，顧客に納入したシステムの保守サービスはもちろん管理・運用サービスを強化するため，富士電機コールセンターを開設したが，さらにメニューの充実と体制の強化を行っていく。

プロセス制御分野では，新設プラントの建設が少ないなかで，既設プラントをいかに効率よく運転するか，総合的観点からのシステム構築が追求されてきている。これに伴って，監視制御システムだけでクローズしない，情報処理システムと密接かつ容易に結合できるシステムが求められ，同時に経済面からオープンで小形なシステムへの要求がますます増大している。

このような背景から，オープン化および進化と継承をコンセプトにしたオープン統合化分散監視制御システム「MICREX-AX」の発売，パソコンベースの DCS（Distributed Control System）「FOCUS」の強化を図った。また，コンパクトコントローラを使ったパソコン計装システムでは，監視操作パッケージソフトウェア「CC-M」ビューワを開発した。

計測機器は環境モニタ用 5 成分赤外線分析計，自動車排気ガス測定器，新形電磁流量計（水道メータ），ポータブル形超音波流量計など多くの商品を開発した。また，IEC 1158-2 規格，フィールドバス仕様の圧力・差圧発信器，温度発信器，光/空気圧変換器などの光フィールドバス機器を商品化した。

精密 FA 分野における主力商品であるレーザマーカ装置は環境問題の面からも注目されているが，さらに高精細・高速性が求められており，エコロジーマーキング「ドライライター 2000」を商品化して業界一の小形化と高性能化を実現した。

製品検査分野では，薬品原末の高速検査装置をはじめとして，広い分野に画像検査装置を数多く納入した。

ソリューション

1　津波防災管理システム

関連論文：富士時報 1999.12 p.666-670

津波災害予防設備である「北海道浜中町津波防災ステーション」を納入した。システムの特長は「水門・陸閘（りっこう）ごとの卓構成による分かりやすい操作・監視」「信頼性の高い通信方式」である。地震や津波が発生したとき，気象衛星「ひまわり」からの津波警報情報を受信し，各所に津波発生を通知し局舎へ招集する。ゲート操作はCCTV（Closed-Circuit Television）によりゲート部を監視し，ゲート（８か所の水門，陸閘）周りの安全を確認し，遠隔からゲート閉，警告放送などを行うものである。併せて操作履歴保存，ゲート部の録画も行っている。また，ステーションと各水門などとの通信は光通信と無線〔水門系は400 MHz，陸閘系はSS（スペクトラム拡散）無線〕により監視・制御データおよびゲート付近の画像（動画，準動画）データを伝送している。

図１　局舎内監視室

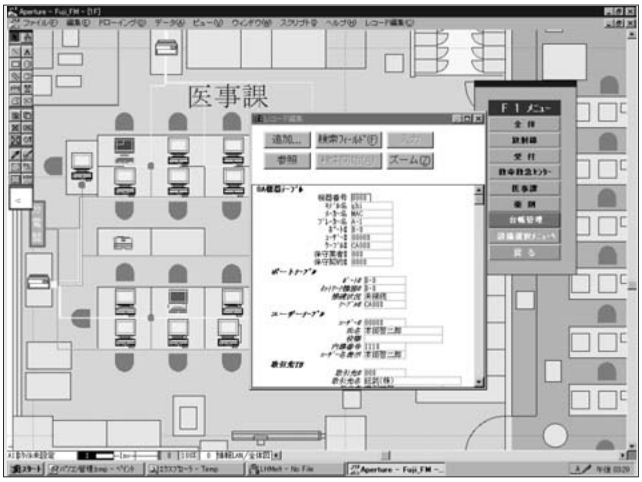
2　施設情報管理システム

関連論文：富士時報 1999.12 p.653-656

ビル施設および付帯設備を効率的に運用管理するためのツールとして，FMS（ファシリティマネジメントシステム）を開発した。

維持管理データの収集は，ワークフロー機能を活用し，日常業務をペーパーレス化することで自動的にデータベースが生成される仕組みとした。生成されたデータベースはネットワークシステムを利用し，検索・表示が可能である。建築施設平面図は竣工（しゅんこう）図などDXF形式の図面データを取り込むことで建築施設平面図と同等の精緻（せいち）な図面とし，着色表示するなどして一目で直感的に理解できる表現とした。図面は設備種別などの階層別に管理し，重ね合わせ表示が可能。登録シンボルのマウスクリックにより詳細管理データ表示を行い，必要な情報を即座に取り出せるようにした。

図２　OA 機器管理画面例



3　ラスパ OSAKA 向けキャッシュレスシステム

関連論文：富士時報 1999.12 p.671-674

温泉，プール，フィットネスクラブなどの利用者にとって，財布の持ち歩きは煩わしく不便である。このため，施設内での飲食，物品の購入，レンタル品の借用などの際，現金による支払いがなければ利用者にとって利便性が高くなる。富士電機は施設内をキャッシュレスで利用できるシステムを開発し，ラスパ OSAKA に納入した。主な特長は次のとおりである。

(1)　非接触 ID タグをリストバンドに適用し，ID データ読取り時に，機器の摩耗や汚損が生じない。

(2)　現金の授受が発生しないので，現金管理上のセキュリティが高い。

(3)　売掛金や売上金のデータがサーバで一元管理され，業務の効率化が図れる。

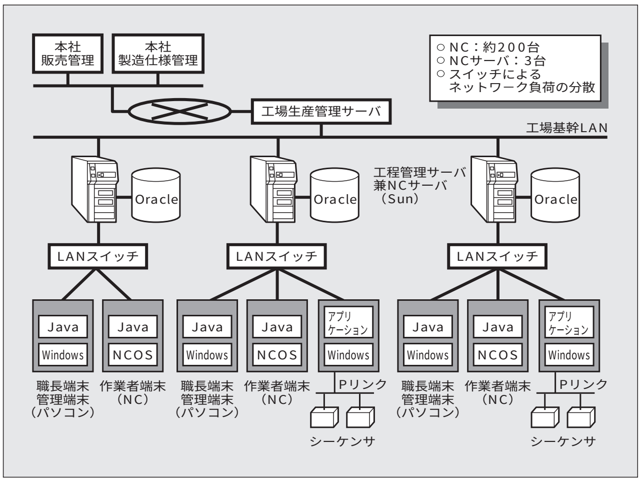
図３　ラスパ OSAKA の自動精算機

ソリューション

4　生産現場への NC 応用

富士電機は，横浜ゴム（株）新城工場向けに NC（Network Computer）を現場クライアントとして使用した製造工程管理システムを構築・納入した。本システムは，横浜ゴム（株）統合ロジスティクス計画における製造系の中核システムで，５台のサーバと約 200 台の NC クライアント端末とで構成されている。現場クライアント端末には，①耐環境性，②保守の容易性，③維持管理作業の低減，などが求められる。これら要件に対し，NC の①磁気ディスク装置を有しないため耐環境性に優れる，②ソフトウェアをサーバで一元管理するため保守および維持管理作業の低減が図れる，などの特長を生かし，現場クライアント端末として採用した。今後，同様の要件を持つ生産現場への NC の多くの適用が期待される。

図４　システム構成



5　カスタマーサービス

お客様へのサービスの質的向上とサービス事業の強化を目的に，今までの休日・夜間障害受付の機能を取り込み，新たに「富士電機コールセンター」を設立した。また，同時に CTI（Computer Telephony Integration）とデータベースをリンクしたコールセンター支援システムを開発し，サービスのメニュー化とソリューションビジネス支援などの業務を開始した。サービスの内容は次のとおりである。

(1)　24時間 365 日フルタイム障害受付。
(2)　保守全般での社内外の相談窓口。
(3)　リモートメンテナンスサービス。
(4)　サービス拠点と連携した，保守情報ネットワーク化の推進と運営管理。

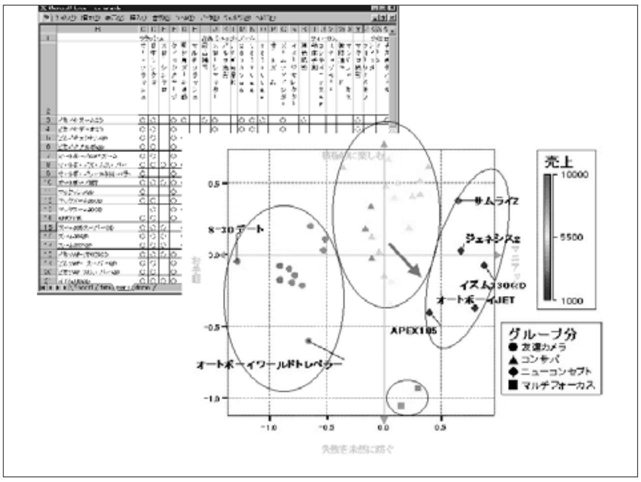
図５　富士電機コールセンター

6　マーケティング分析支援システム

富士電機は，（株）シタシオンジャパンおよびアーサーアンダーセン（株）と共同で，消費者の購買行動を説明するさまざまな次元の評価因子を統合的に分析し，企業における商品開発・需要予測の作業が効率的に行われるように支援する「マーケティング分析支援システム」を開発した。

本システムでは，商品を心理的視点および物理的視点から各評価因子に要素分解し，さらに各種多変量解析処理を実行することで，例えば評価因子相互間または商品相互間の相対的位置関係や商品の位置づけがどのような評価因子によって決定されているかなどを，視覚的に把握しやすくする。また，商品の空白域，競合度合い，商品分布，商品群構成などを視覚的に把握することで，より精度の高いマーケティング分析・予測が可能となる。

図６　評価表と商品マップ



ソリューション

7　管路管理支援システム「管ナビ」

「管ナビ」は水道管やその付帯設備の情報管理にGIS/GPS（地理情報/全地球測位システム）技術を適用したペンノートパソコンベースの管路管理支援システムである。現場に携帯し，管路・付帯設備の表示，関連する情報の検索などを行うことができる。主な特長は次のとおりである。

(1)　任意の場所に手書き感覚で「メモ」の作成が可能。作成したメモデータは他の端末にも取り込め，共有が可能。
(2)　図面や作成したメモデータなど，ファクシミリのイメージで遠地との通信を行うことが可能。
(3)　現在位置の確認やナビゲーションが可能（GPS 機能）で，震災時などの復旧作業にも威力を発揮。
(4)　データ入力支援機能により，一般ユーザーでも簡単に各施設情報の入力・メンテナンスが可能。

図７　「管ナビ」画面表示例とペンノートパソコン

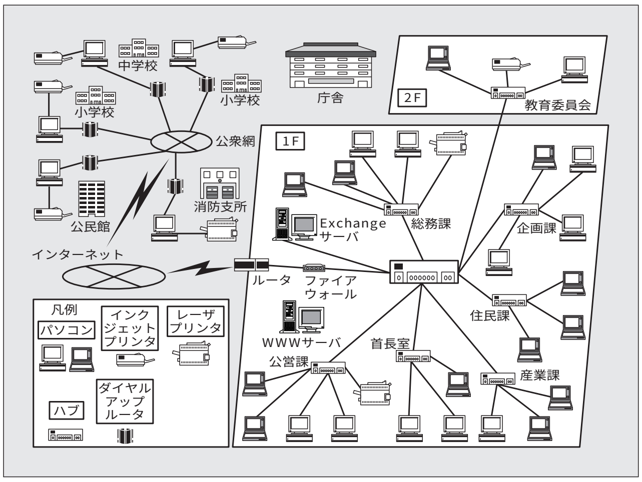
8　社会情報ソリューション

情報システムの基盤となるイントラネットとインターネットを組み合わせ，庁舎内業務と職員サービスの業務を一体的にサポートする庁舎向け情報システムを開発した。システムの狙いは次のとおりである。

(1)　職場での情報共有，情報資源の活用。
(2)　インターネット環境整備による行政サービスの向上，住民交流の活性化。
(3)　グループウェアによる職員の業務合理化。

さらに，地域全体のネットワークシステムを構築することにより，災害発生時においては住民と行政間の情報連絡サービスの提供，また，保健・医療・福祉分野においては在宅ケア情報，医療情報，介護支援情報の連絡などのサービスの提供をソリューションとして展開していく。

図８　庁舎情報ネットワーク構成

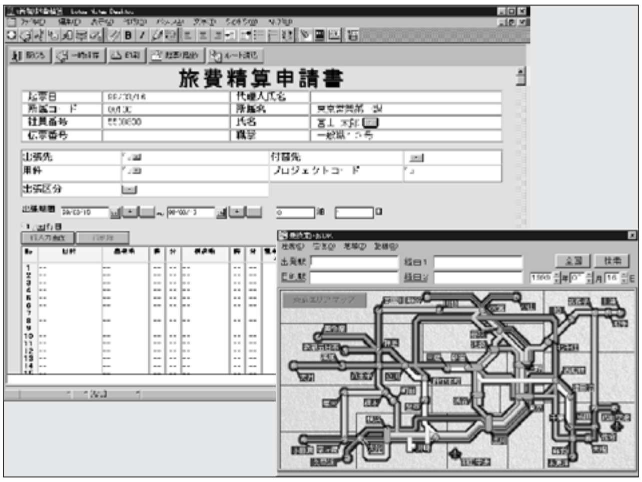


9　オフィスソリューション「NotesUSE ワークフローシステム」

企業における情報共有やコミュニケーションの促進，間接部門の合理化を狙った業務支援シリーズのなかの，ロータスノーツドミノ上で動作するワークフローシステムである。NotesUSE には出張や立替え精算にかかわる各種申請・承認機能を完備した旅費・経費精算システム，および出退勤・休暇・残業にかかわる申請・承認機能を完備した勤怠システムがある。総務・経理部が使用する管理機能を充実させ，申請書の確認・出納および残業・休暇管理がノーツ上で簡単に行え，既存の給与システムおよび会計システムへの連携機能も標準で備えている。

また，NotesUSE は優れたワークフロー機能を提供し，ユーザー自身により社内規程に合わせた申請書を作成し，即導入できるワークフローパック商品も提供する。

図９　NotesUSE ワークフロー旅費精算画面



ソリューション

10　水処理ソリューション――監視制御サービス

水処理ソリューション「Aqua_MEISTER」のプラント監視制御系のサービスである。プラント規模別の監視制御システムおよび各種拡張機能パッケージ群（Aqua_Surfin シリーズ）と次の主なサービスからなる。

(1)　企画・設計コンサルティングサービス

監視制御系における機能検討，性能設計，情報連携を含めた新システム構想立案などを行う。

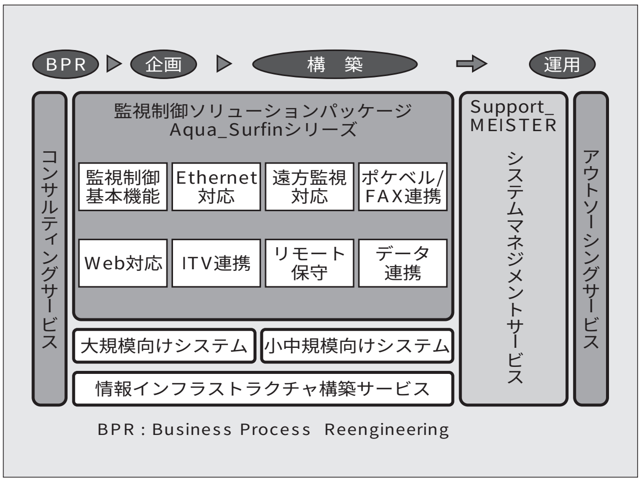
(2)　構築サービス

システム設計，構築における監視制御系パッケージの導入サポート，カスタマイズを行う。

(3)　運用サービス

システムのリモートメンテナンス，Q&A サービスを行う。

図10　Aqua_MEISTER の監視制御サービス体系



11　水処理ソリューション――水運用サービス

水処理ソリューション「Aqua_MEISTER」の上水道の水運用管理系のサービスである。管網計算，配水量予測，送水計画，場内水運用，取水計画，水運用シミュレーションなど 8 種類の水運用パッケージ群（Aqua_Surfin シリーズ）と，次の主なサービスからなる。

(1)　企画・設計コンサルティングサービス

管網設計・解析業務や配水量予測に基づく送水計画などの現状把握，分析，新システム構想立案，効果予測を行う。

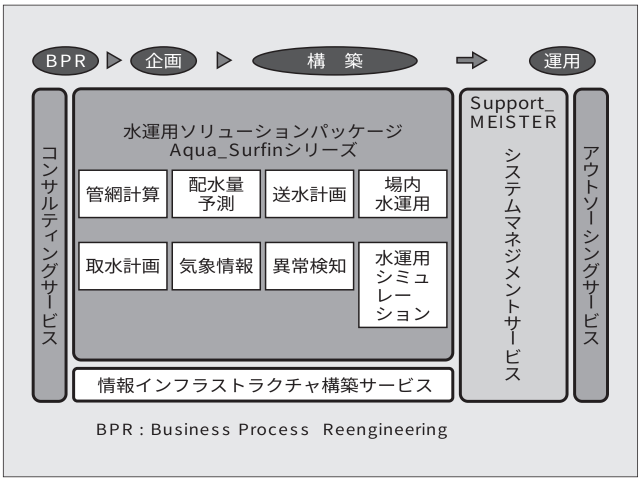
(2)　構築サービス

水運用パッケージの導入サポート，カスタマイズを行う。

(3)　運用サービス

最適な水運用を実現するパラメータ調整サポートやリモートメンテナンス，Q&A サービスを行う。

図11　Aqua_MEISTER の水運用サービス体系



12　水処理ソリューション――業務支援サービス

水処理ソリューション「Aqua_MEISTER」の水道事業の業務支援系のサービスである。料金計算，企業会計，固定資産管理などの水道業務の経理・会計業務を支援するパッケージ群と設備管理，施設管理，図面管理などの維持管理業務を支援するパッケージ群があり，これらのパッケージ群（Aqua_Surfin シリーズ）と次のサービスからなる。

(1)　企画・設計コンサルティングサービス

業務支援系における業務分析，新業務立案，パッケージ選定を含めた新システム構想立案などを行う。

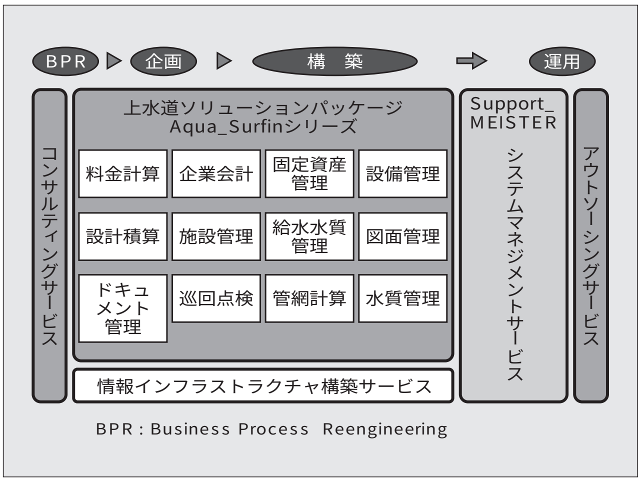
(2)　構築サービス

システム設計，構築に掛かる業務支援系パッケージの導入サポート，カスタマイズを行う。

(3)　運用サービス

リモートメンテナンス，Q&A サービスを行う。

図12　Aqua_MEISTER の業務支援サービス体系

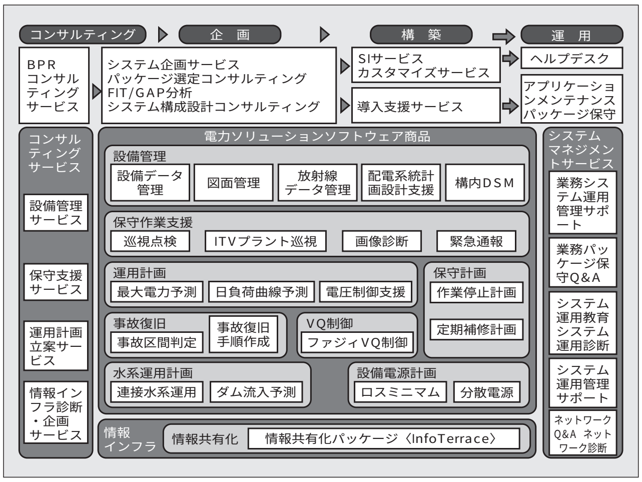


ソリューション

13　電力ソリューション「Energy_MEISTER」

電力事業は，規制緩和，電力料金引下げ要求，環境問題によりその取り巻く環境は大きく変化してきている。そこで，富士電機は，企画・設計・構築・運用段階までのシステムのライフサイクル全般にわたり，ユーザーの抱える課題を解決するための業種ソリューション体系として，電力ソリューション「Energy_MEISTER」を整備した。そのサービス体系は，コンサルティングサービス，電力ソリューションソフトウェア，システムマネジメントサービス，および情報インフラストラクチャ（インフラ）構築サービスからなる。主な適用実績として，個々のシステムの持つ情報をトータルに活用し，業務の効率化，運用業務における意思決定の迅速化，お客様対応サービスの向上を図るための情報共有化システムの導入がある。

図13　電力ソリューションのサービス体系

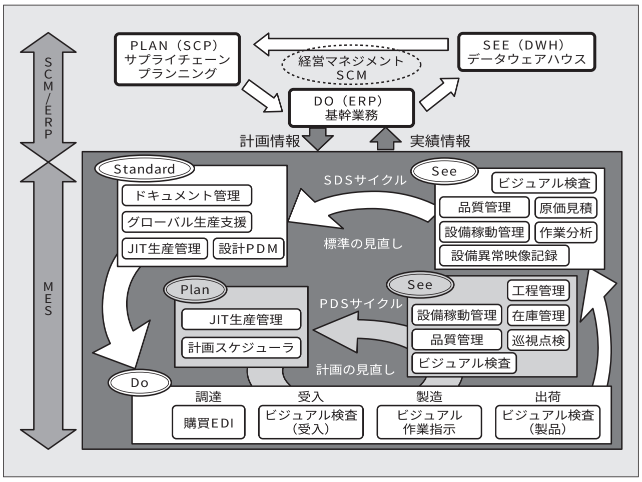


14　加工組立ソリューション「Factory_MEISTER」

Factory_MEISTER は製造業の各部門が抱えるさまざまな問題に対し，コンサルティングと15種類のパッケージにより業務改善手段を提供するソリューションサービスである。

Factory_MEISTER は，製造計画を立て，実行し，状態を把握して計画を見直す PDS（Plan-Do-See）サイクル，および計画の基となる作業標準を策定，実行し，状態を把握して標準を見直す SDS（Standard-Do-See）サイクルを提供することで，現場の問題に対し情報のトップダウンとボトムアップを効果的に行い，確実で自律的な業務改善を可能にする。さらに，サプライチェーンによる工場の経営管理サイクルを支えるうえで，基幹業務（ERP）と現場との計画・実績情報交換による連携を行い，ダイナミックな工場管理手段を提供する。

図14　Factory_MEISTER による工場管理サイクルの実現



15　プロセス生産ソリューション「Process_MEISTER」

「製造業の TCO を削減する」をコンセプトに，プロセス生産ソリューション Process_MEISTER を強化し，次の課題を解決するソリューションメニューを開発した。

(1)　製造業日常管理：プロセス操業情報の共有化と日常管理により，製造活動の高度安定化を実現する。

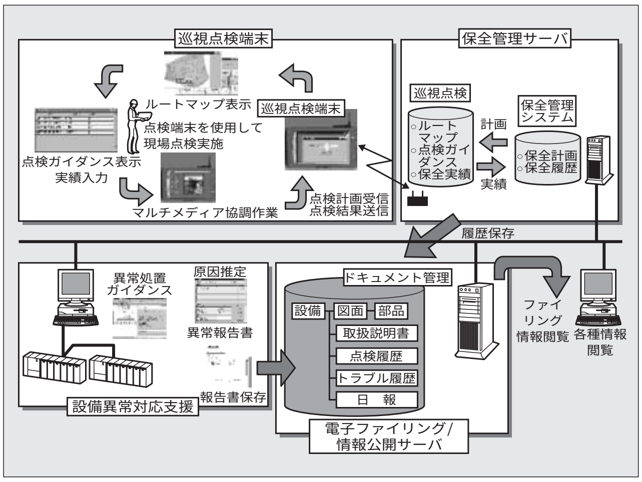
(2)　統合保全管理：携帯端末やマルチメディア技術を活用して保全活動の合理化を図る。

(3)　環境・省エネルギー：環境へのインパクトや消費エネルギーを考慮して生産スケジューリングを実施する。

(4)　高度運転支援：プロセスの非定常操業や異常対応操作を支援する。

今後も市場ニーズにこたえて，さまざまなソリューションメニューを開発していく。

図15　統合保全管理ソリューションの機能構成



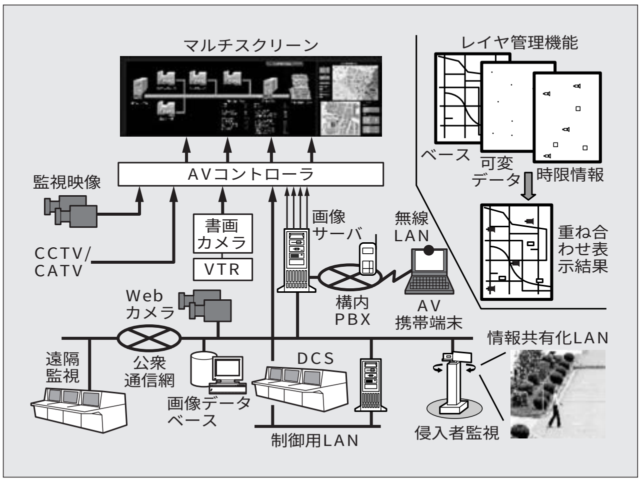
コンピュータ・コントローラ・ネットワーク

1 マルチメディア遠隔表示システム

富士電機では，マルチメディアを応用した遠隔監視分野（公共，民需）向けに，以下の SI コンポーネントを用意して，大形表示システムによる情報共有化を実現した。

(1) マルチスクリーン：DLP，CRT，LCD（N 画面構成）。
(2) 画像サーバ：LAN 配下の装置から画像を収集し，多目的にレイアウトを設定して，マルチスクリーンに表示。
(3) レイヤ表示機能エンジン：ベース，可変データ，時限情報などを階層画面で構成し，任意に合成表示が可能。
(4) イベントにより表示を切り換える機能。
(5) ベース画像上に映像を重ね合わせて表示する機能。
(6) ブラウザによる ITV 表示：画像サーバのブラウザで遠隔地の複数の ITV 画像を表示可能。

図16　表示システムの例

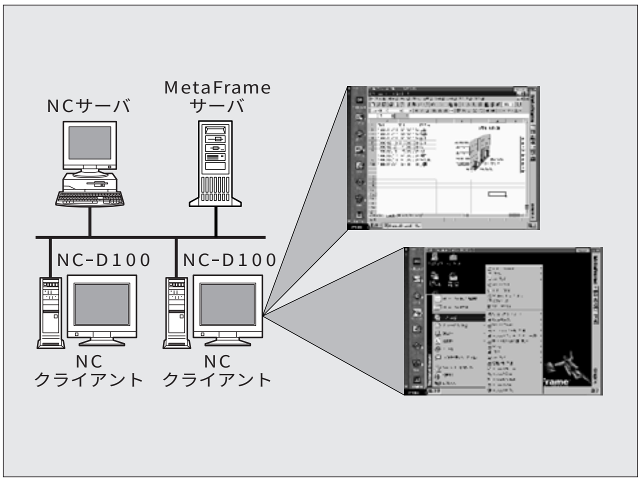


2 NC の機能強化（Windows 端末機能）

NC（ネットワークコンピュータ）を Citrix MetaFrame サーバに接続し，Excel や Word などの Windows アプリケーションを利用できるように機能強化を行った。MetaFrame と NC の組合せにより，Windows アプリケーションを利用可能，全クライアントの環境統一が容易，クライアントへのアプリケーションのインストールは不要，といった特長あるシステムの構築が可能となり，NC の適用範囲がさらに広がった。主な適用例は次のとおりである。

①産業分野：工場生産現場の NC 端末で，現場管理者が作業日報（Excel）やメールを利用。②公共分野：教育機関で多数の学習者が Excel や Word を利用。③一般分野：一般のオフィスで，Excel や Word のほか，VisualBasic などで開発された業務アプリケーションを利用。

図17　NC の Windows 端末機能



3 エコモニタリングシステム「EcoPASSION」

➡関連論文：富士時報 1999.9 p.503-507

エコモニタリングシステム「EcoPASSION」は，改正された「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（1999年４月施行）に基づき，設備ごとの電力量を子局で計測し，フレキシブル無線ネットワーク（SS 無線）を使用して汎用パソコンで計測データを収集する電力管理システムである。特長は次のとおりである。

(1) 分割形電流センサの開発により，既存のフィーダに簡単に取付けができる。
(2) 無線の使用により，現場の子局と中央監視室の親局とのケーブルが不要である。また，通信費も不要である。
(3) 子局の追加により計測範囲の拡張が容易にできる。
(4) データ集計は，Excel を使用しており，データの加工や分析が容易にできる。

図18　EcoPASSION（子局）

コンピュータ・コントローラ・ネットワーク

4　アドバンスト制御コントローラ ACS-2000

分散形コントローラ ACS-2000 に PCU（Personal Computer Unit）を搭載し，適応形モデル予測制御実行機能を持つアドバンスト制御コントローラを開発した。本コントローラを浄水場の凝集制御専用のコントローラに適用した。主な特長は次のとおりである。

(1)　モデル予測制御機能を分散形制御システムで実現。
(2)　優れた耐環境性と高い信頼性。
(3)　コントローラの二重化が可能。
(4)　PID を主体にしたループ制御と同一のエンジニアリング環境でシステム構築が可能。
(5)　MATLAB による制御系設計。
(6)　カルマンフィルタを用いて，制御対象のゲイン変動に内部モデルが追従することにより高い制御安定性を実現。

図 19　アドバンスト制御コントローラ ACS-2000

A6828-17-327

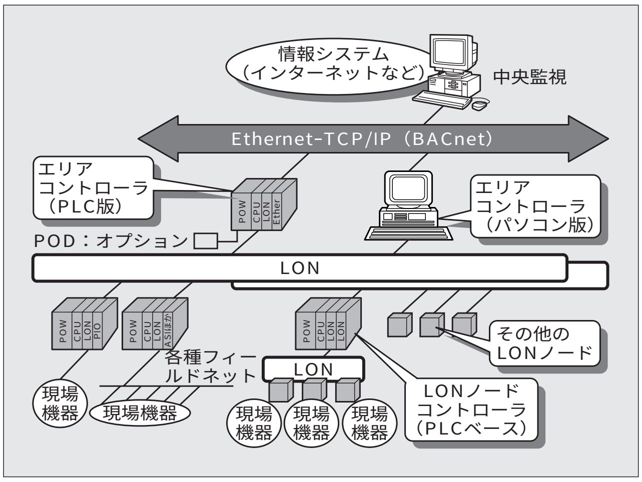
5　LONWORKS 対応コントローラ

関連論文：富士時報 1999.12 p.661-665

オープンな施設管理システムを実現するためのフィールドネットワークとして注目を集めている LONWORKS（以下，LON と略す）の基本コンポーネントを開発し，空調をはじめとしたビル管理システム，エネルギー監視システムなど実システムへの適用を開始した。

(1)　統合コントローラ（MICREX-SX）の LON 対応
○ 自律した中大規模の LON ノードの構築
○ LON サブシステムの管理と，Ethernet との連携
などに最適な高性能でオープンなコントローラ。
(2)　エリアコントローラ
LON-Ethernet のゲートウェイ，LON システム管理，簡易監視画面，データログなど多彩な機能を持つ，パソコンベースの LON サブシステムコントローラ。

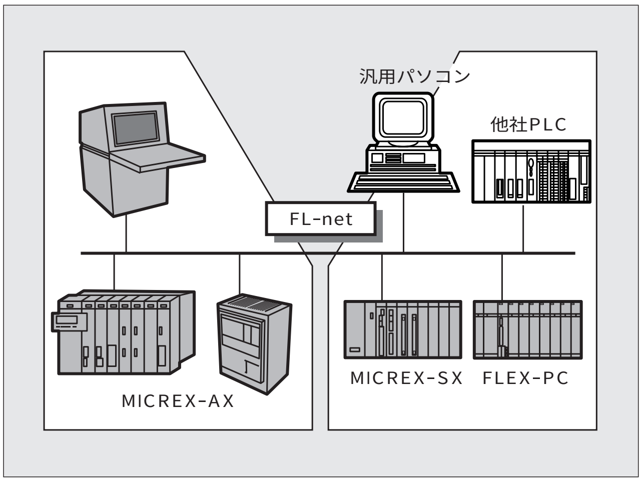
図 20　LON システムの構成



6　制御用オープン LAN「FL-net」の適用

制御分野のオープン化の流れに対応すべく，開放形コントローラ間ネットワーク「FL-net」対応製品として，汎用プログラマブルコントローラである MICREX-SX，FLEX-PC およびプラントコントローラ MICREX-AX を開発した。FL-net は，製造科学技術センター（MSTC）が提唱し，国内20社以上のメーカーならびにユーザーが参加して規格化された制御用途向け標準 LAN である。FL-net は Ethernet をベースとし，その上位にシステムの信頼性やデータの到達保証，またサイクリック伝送やメッセージ伝送などの制御用途機能を持っている。これにより富士電機の PA システムや FA システムにおいて，他社の FL-net 対応機器が混在したマルチベンダシステムを自由に構築できる。

図 21　FL-net を使用したシステム構成例



コンピュータ・コントローラ・ネットワーク

7　インテリジェントフィールドセンター（IFC）

IFC はオープンバスにより上位システムおよび I/O と接続して，保護・監視・制御が行える低圧モータ制御装置である。コントローラ部は，高機能タイプの FCU-50 と低価格タイプの FCU-25 をラインアップしている。主な特長は次のとおりである。

(1)　欧州で主流の制御用バス（PROFIBUS）を採用したオープン化システム。

(2)　シーケンス制御，アナログ制御の機能も統合した機器。

(3)　究極の危険分散形（負荷ごとに現場伝送を独立）やグループ制御形（グループ負荷ごとに現場伝送を独立）などのフレキシブルなシステム構築が可能。

(4)　上位コントローラ二重化，伝送ライン（光ファイバ）二重化による冗長化構成が可能。

図22　フィールドコントロールユニット FCU-50

A6881-17-350

8　小規模遠方監視制御装置 SAS-15

SAS-15 は，SAS-10 の後継機種として小規模システム向けに開発した，コンパクトで使いやすく拡張性のある遠方監視制御装置である。主な機能，特長は次のとおりである。

(1)　コンパクト

H210 × W220 × D200（mm），質量：3 kg

(2)　使いやすさ

入出力点数固定であり割付表などのソフトウェア不要（制御 4 点，表示12点，アナログ計測 4 量，BCD3 けた計測 1 点）

(3)　I/O 点数の拡張

入出力点数はそれぞれ 2 倍まで拡張可能

(4)　シーケンサなどとの接続が容易

制御局側インタフェースとして T リンクをサポートし I/O 接続による無駄を解消した。

図23　小規模遠方監視制御装置 SAS-15

9　マルチメディア監視端末

マルチメディア監視端末は，回線インタフェースを ISDN とし，映像および音声を圧縮することにより，映像・音声を同時に伝送する多機能な端末である。

図はフジテック(株)と共同で開発したエレベータ監視用端末で，業界初の画像による監視を可能とした。

(1)　画像圧縮機能（JPEG）

○静止画像をリアルタイムで伝送。

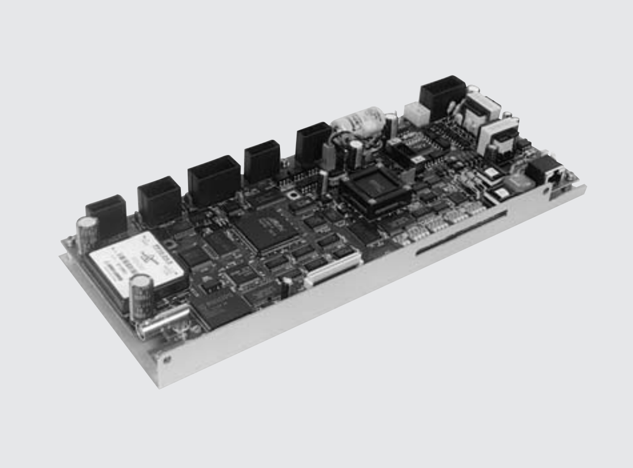
○イベント発生時の録画機能を保有。

(2)　音声コーデック（G.711 および G.726）

○監視センターとの音声通話はテレビ会議システムで使われている規格を採用。また，端末から外部スピーカを通して音声案内することも可能。

(3)　ISDN（INS64）接続機能

図24　マルチメディア監視端末（エレベータ監視適用例）



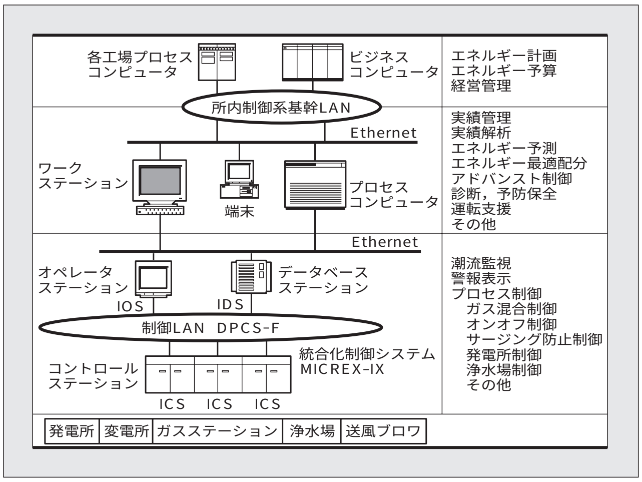
A7744-19-301

計測・制御システム

1　エネルギーセンタの計測・制御システム

「エネルギーの使用の合理化に関する法律」の改正に伴い，さらなる省エネルギー対策が叫ばれている。産業システム分野でもオペレータの負荷軽減，ローカル無人化と自動化による効率運用，ユーティリティの安定供給といった運用面の効果をはじめとし，エネルギー原単位の低減，リアルタイムでのエネルギー原単位の把握など高精度のエネルギー管理が必要となってきている。富士電機は，①集中監視制御による合理化の追求，②エネルギー最適配分自動化，③設備保全・運転支援機能の充実を目的として，エネルギーセンタ（E/C）を納入した。本 E/C は，富士電機の豊富な経験に基づいた E/C 技術を応用し，電気・計装・コンピュータシステムを有機的に統合し，次世代に対応したライトサイジングを実現した，21世紀の E/C として最適なシステムである。

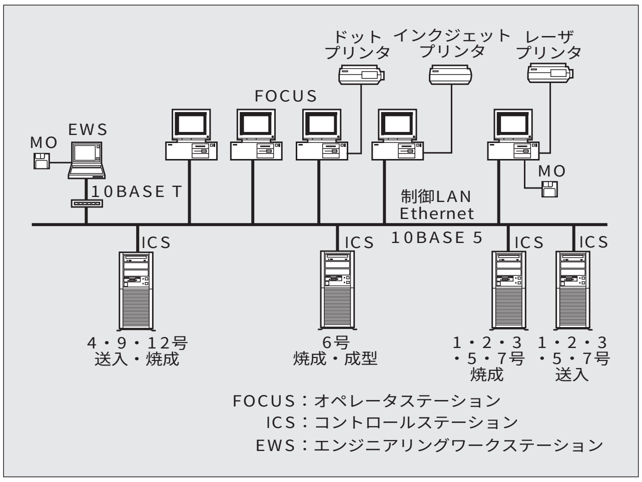
図 25　エネルギーセンタのシステム構成



2　窯業プラントの計測・制御システム

国内の窯業分野では，合理化，操業の効率化が一層求められており，CRT 主体の監視・情報の集約化が進められている。富士電機は，宇部マテリアルズ（株）宇部工場へ FOCUS-P システムを納入し，焼成系（送入，焼成，成型）の納入調整を1999年 2 月に完了した。現在は2000年 3 月の完了に向け，原料系（受入，消和，反応）の納入調整を行っている。マンマシンインタフェースにはパソコン（OS は Windows NT），制御 LAN には Ethernet を使用し，オープンな環境を提供している。制御装置は専用コントローラ（ICS-2000）の二重化による高信頼性システムとした。本システムでは，従来の機能に加え，自動立上げ・停止などにより高度な制御システムを実現し，省力化・省人化に寄与している。

図 26　焼成系システム構成



3　製鋼設備の計測・制御システム

鉄鋼設備への投資が激減しており，その投資も既存設備のリプレースや延命化がほとんどである。そのなかで，今世紀最後といわれている大形投資が行われた。住友金属工業（株）和歌山製鉄所新製鋼工場である。同製鋼工場は川崎重工業（株）を中心に各設備が製作され，住友金属工業（株）の冶金・操業技術と，最新鋭の設備により，世界最短の吹錬時間を実現し，1999年 4 月から順調に稼動している。富士電機は転炉，OG および RH 設備の制御装置を納入した。システムの特徴は，脱硫設備，副原料輸送設備などのサブシステムを含むすべてが CRT オペレーション化されていることである。転炉・OG 設備には大形システム用 MICREX-IX システムを，RH およびサブシステムには中小規模用 SCADA システムを納入した。

図 27　住友金属工業（株）和歌山製鉄所新製鋼工場転炉操作室

N99-2507-1

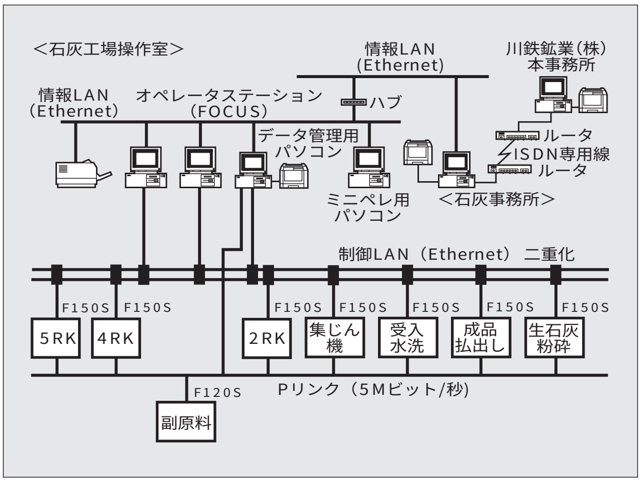
計測・制御システム

4　鉄鋼設備中小プラントの計測・制御システム

鉄鋼プラント制御装置には，情報処理を制御装置のなかに取り込み，制御機能だけでなく事務所のOA機器と連携し，操業データを容易に取り込み加工できるシステムが要求されている。制御装置の老朽化に伴う更新にあたっては，アナログ計器のDCS化，リレー制御のプログラマブルコントローラ（PLC）化，CRTオペレーション化などに加え，制御機器にパソコンや汎用PLCを採用したシステムのニーズが高まっている。

富士電機では，オープン統合化制御システムFOCUSと汎用PLC（MICREX-F）で，従来の産業用のDCS，PLCと同等の機能を実現し，事務所の情報系LANに容易に接続できる制御システムを提供している。1999年には，川鉄鉱業(株)に製鉄原料処理設備の制御装置更新にFOCUSシステムを納入した。

図28　川鉄鉱業(株)向け製鉄原料処理センターシステム構成



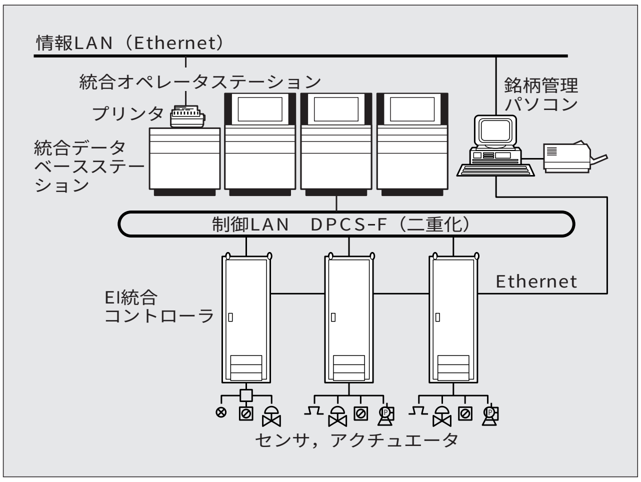
5　化学プラントの計測・制御システム

化学工業分野ではバブル経済崩壊後，品質の高度化，安全化の要求は厳しくなる一方である。また，労務単価の高騰により，省人化・省力化を一層進める必要がある。このような状況のなかで変種変量生産，短納期化，高品質化などの市場ニーズの多様化に対応した低価格な情報制御システムが要求されている。

主な納入実績として，東レ(株)岐阜工場向けにEI統合システム，某社へシステム更新としてDCS（MICREX-IX）を納入した。

そのほか中小規模システムとして，オープン統合化制御システム（FOCUS）および銘柄管理システムの拡充を図り，多くのユーザーに納入した。今後は情報系と製造系とを統合した経営情報統合化システムが導入される傾向にある。

図29　化学プラント向け統合化制御システム



6　ガス設備の計測・制御システム

都市ガスの安定供給に向けた計測・制御技術の開発は，さまざまな角度から行われている。富士電機では，計測機器および遠方監視制御装置，コンピュータを複合化したシステム開発を行っている。特にガス供給監視制御システムでは，光ファイバ式フィールド計装システムFFIと統合コントローラMICREX-SXを用いたシステムを開発した。

このシステムでは，都市ガス危険エリアでの光ファイバ信号による耐雷・防爆計装と制御機器のマルチCPUによる高信頼化を実現した。さらに，モデム伝送装置を付加して中央供給管理センターからの専用回線による遠方監視制御機能と，保守センターからの公衆回線を用いたリモートメンテナンス機能を実現している。

図30　ガス供給監視制御盤

計測・制御システム

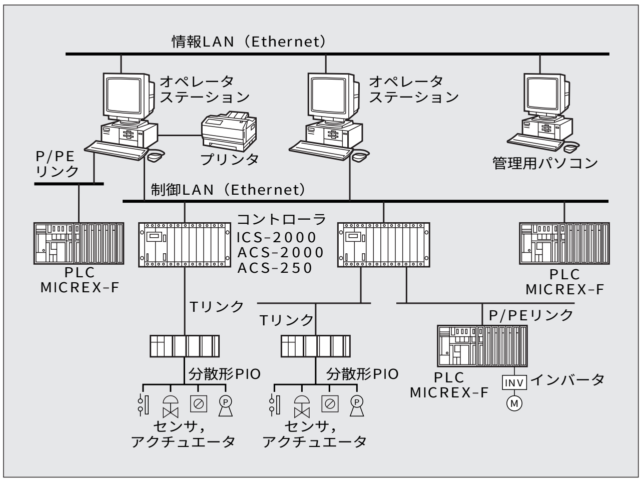
7　薬品プラントの計測・制御システム

薬品分野では，景気の低迷のなかでも新商品対応，生産能力増強，老朽化更新，合理化・省力化などの目的で設備投資が着実に行われている。

富士電機は，生産管理機能などに重点をおいたプロセス監視制御システムでは，Windows NT 版の「NEOPDS」，分散形制御システムでは「進化と継承」のコンセプトで開発された「MICREX」，ライン増強のための中小規模パソコンシステムとして「FOCUS」，さらにパソコンを用いたプロセスデータ収集解析システムなどの納入と計画を行った。

富士電機は今後，薬品分野のニーズである情報化関連技術による運転データ解析システム，GMP 対応システム向けに，「プロセス生産ソリューション（Process_MEISTER）」の提供を図る。

図 31　薬品プラントの計測・制御システムの構成例



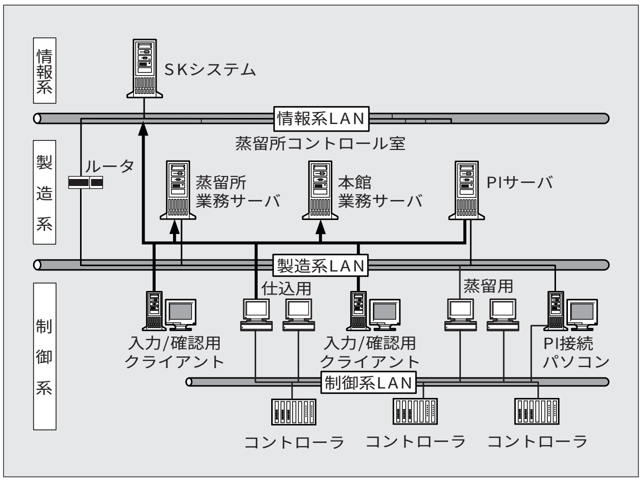
8　食品プラントの計測・制御システム

食品業界は，景気低迷とはいえ，新商品対応や製品コストの低減，老朽化対策などさまざまな目的で設備投資が着実に行われている。監視制御システムの導入にあたっては，コストパフォーマンスの高いパソコンを応用したシステムに関心が高まっており，富士電機は，制御用として「FOCUS」に銘柄管理システム「Flex-Batch」を搭載し，フレキシブルなバッチ制御システムを実現した。

また，情報技術をベースとした最適な問題解決システムを供給すべく種々のソリューションパッケージを開発した。

このようなシステムをサッポロビール(株)九州新工場，サントリー(株)白州蒸留所向けおよび利根川ビール工場向けに受注し，納入へ向け現在製作中である。

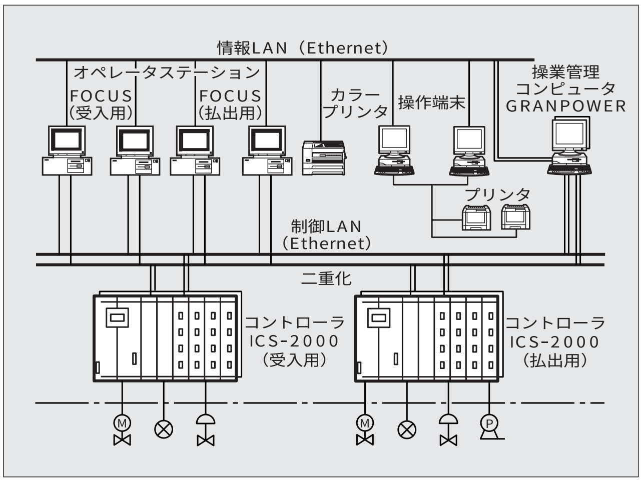
図 32　食品プラントの計測・制御システム



9　空港給油プラントの計測・制御システム

国際的に航空輸送需要は，旅客，貨物ともに増加し続けている。アジア諸国においては，各国ともにアジアのハブ空港をめざして，新空港の建設および既設空港の拡充建設が進んでいる。空港給油の分野では，韓国の仁川国際空港公社向けに，航空燃料給油設備の計測・制御システムを受注し，現地調整中である。このシステムは，コントローラ（ICS-2000），FOCUS，UNIX コンピュータ（GRANPOWER）を Ethernet による情報 LAN と制御 LAN で結合し，制御 LAN を二重化した信頼性の高いオープン化システムである。一方，機能面としては，航空燃料をパイプラインから貯蔵タンクに受け入れる制御，払出ポンプの回転数制御や台数制御などを行い，航空機への給油操業の自動化を図っている。

図 33　空港給油計測・制御システム



計測機器

1　新形電磁式水道メータ

この電磁式水道メータは水道（上水，工業用水，農業用水）の取引・証明用に使用される積算体積計である。一体形変換部ケースおよび分離形検出器端子箱は結露や冠水に強い気密 2 室構造である。さらにステンレス鋼製のハウジングを採用したことにより耐環境性に優れている。

主な仕様は次のとおりである。

(1)　口径：15 〜 300 mm
(2)　構造：一体形，分離形，ウェハ形，フランジ形
(3)　ライニング：フッ素樹脂（PFA，TFE），ポリウレタン
(4)　流体温度：−10 〜＋120 ℃
(5)　精度定格： 2 %（転移流量以上，使用最大流量以下）

図 34　新形電磁式水道メータ

A7568-19-113

2　ポータブル形超音波流量計

ポータブル形超音波流量計（FLC）は伝搬時間差を利用して流量測定を行うもので，既設配管の外側からテスタ感覚で使用できる流量計である。従来の日本語，英語に加えてフランス語，ドイツ語に対応し，さらに機能アップを図ったことにより一層使い勝手が向上した。

主な特長は次のとおりである。

(1)　海水，油をはじめ，新音速測定方式により音速が未知な流体にも適用可能。
(2)　−40 〜＋200 ℃の広範囲な流体に適用可能。
(3)　各種センサを準備し 13 〜 6,000 mm の配管口径に適用。
(4)　精度：± 1.0 % of rate。
(5)　ディジタル信号処理技術により，測定流体中の気泡による影響が飛躍的に減少。

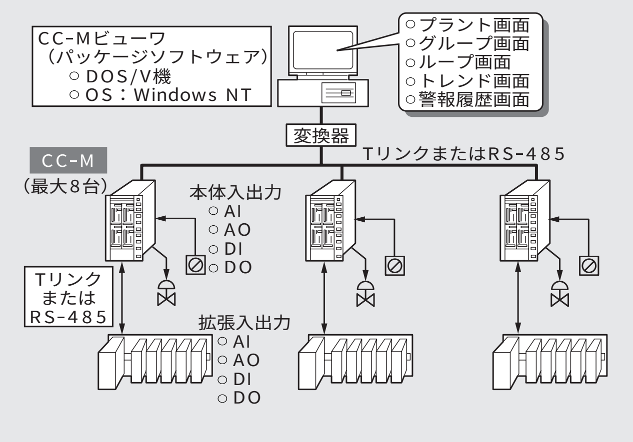
図 35　ポータブル形超音波流量計

N89-6530-3

3　コンパクトコントローラ M ビューワ

新形プロセスコントローラ「コンパクトコントローラM」（CC-M）のネットワーク機能を使い，パソコン計装システムを構築するための監視・操作パッケージソフトウェア「CC-M ビューワ」を開発した。Windows NT マシン上で動作し，最大 8 台の CC-M をパソコンで集中監視することができる。CC-M の下位にも入出力ユニットを接続してシステムの拡張ができる。パソコンと CC-M は信号変換器を介して T リンクまたは RS-485（Modbus）通信で接続する。パソコン画面にはプラント，ループ，グループ，トレンド，警報，システム状態などの各画面が用意されている。さらに作画ソフトウェア，帳票作成機能，CC-M のコンフィギュレーション機能も備えている。

図 36　CC-M ビューワを使用したシステム構成



計測機器

4　赤外線ガス分析装置（5 成分測定）

➲関連論文：富士時報 1999.9 p.494-497

NO_x，SO_2，CO，CO_2，O_2 の 5 成分を同時に連続測定できる赤外線ガス分析計（形式：ZSU，O_2 の測定方式はジルコニア式）を開発した。用途は焼却炉やボイラなどの固定発生源の環境モニタで，計量法の型式承認も取得済みである。

主な特長，仕様は次のとおりである。

(1)　5 成分同時連続測定ができ，0 ～ 100 ppm を測定（NO_x，SO_2，CO）できる高感度機。

(2)　内蔵ユニットのモジュール化と，19インチラック構造，前面扉方式を採用，小形，省設置スペースを実現。

(3)　平均値演算，自動校正，O_2 換算，濃度アラームなどの豊富な機能を装備し，大形の液晶表示で測定値，演算値などを一括表示。

図 37　赤外線ガス分析装置（ZSU）

5　自動車排気ガス測定器

4 成分（CO，HC，CO_2，O_2）測定自動車排気ガス測定器（形式：ZKE）を開発した。使用過程車排出ガス規制対応商品で，自動車整備検査の指定工場，認定工場などで使用される。（財）日本自動車輸送技術協会の型式認定も取得済みである。主な特長，仕様は次のとおりである。

(1)　CO，HC，CO_2，O_2 の 4 成分測定と空燃比（AFR），空気過剰率（λ）の演算ができる。

(2)　大形のバックライト付液晶モニタで測定値，演算値の一括表示ができ，一目で情報確認ができる。

(3)　自動ゼロ校正機能付きで，長時間の安定した測定ができる。

(4)　小形〔高さ 145 ×幅 270 ×奥行 360（mm）〕，軽量（5 kg）で持運びが容易である。

図 38　自動車排気ガス測定器（ZKE）

A7540-19-93

6　光フィールドバスシステム用フィールド機器

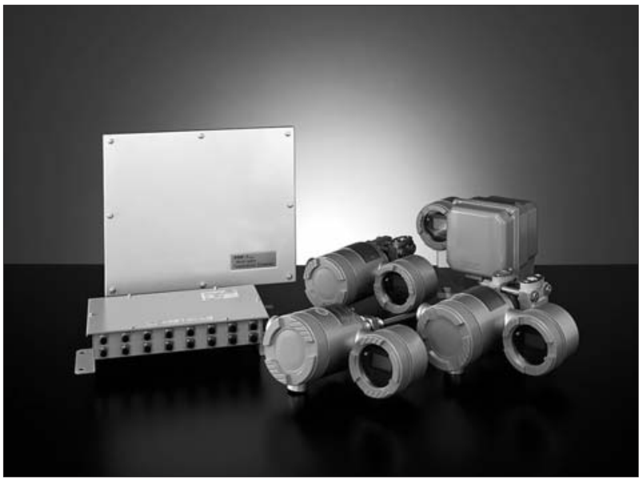
光フィールドバス機器は，従来のアナログ電気信号に代わるディジタル通信を光ファイバを使用して実現したフィールドバス対応製品である。従来の光計装システムでの経験を生かし，形状や光ケーブルの接続方法を一新するなど，より使いやすい製品をめざし，圧力・差圧発信器，光/空気圧変換器，温度発信器，多点温度変換器，光スターカプラの 5 機種を商品化した。主な特長は次のとおりである。

(1)　優れた伝送特性：光信号により伝送を行うため，本質的に外部ノイズや誘導雷の影響を受けない。

(2)　本質安全防爆：光機器の多くはバッテリー駆動で外部給電が不要のため，バリアなしで本質安全防爆とすることができる。

(3)　準拠規格：伝送路は IEC1158-2 規格，プロトコルはフィールドバス協会仕様である。

図 39　光フィールドバスシステム用フィールド機器



ビジョン・レーザ

1　エコロジーマーキング「ドライライター 2000」

➲関連論文：富士時報 1999.12 p.675-678

YAG レーザマーカ市場は低価格化に加えて近年の地球環境保護，エコロジーブームにより飛躍的な拡大が始まっている。レーザ光による非接触ドライマーキングはインク利用〔捺印（なついん），シルク印刷など〕法に対し前処理としてのフロン洗浄を不要とし，OA，電機品樹脂筐体（きょうたい）のリサイクル時不純物混入問題を解決することができる。

富士電機ではこの市場拡大に対応し，業界トップクラスのシェアをさらに拡大すべく，新形 YAG レーザマーカ「ドライライター 2000」を開発した。本機はエコロジーマーキングの中心的市場である電子，情報分野の省スペース要求に対応するため，超小形化を追求した結果，従来機比レーザ発振器長－50 %，制御ユニット体積－60 %とした FA ライン収納，デスクサイドタイプである。

図 40　FA ライン収納時の YAG レーザマーカ「DW2000」

2　マイクロレーザ加工機 FAL-4000

FAL-4000 は，波長が 355 nm の紫外線レーザを用いることで，これまで困難とされてきたシリコンウェーハやポリイミドフィルムのような樹脂材料に 10 μm レベルの微細穴あけや切断加工ができるマイクロレーザ加工装置である。

この装置は，各対象ワークに応じて最適な加工ができるように 3 種類の加工方法が選択可能であり，①各マスク形状を縮小結像して加工する結像加工方法と，②レーザ光をガルバノスキャナで走査して加工するスキャニング加工方法と，③これらを組み合わせた結像スキャニング加工をワークに応じて行うことができる。また，位置決めビジョン装置，ワーク搬送装置，ローダなどを含めた FA システムを容易に構築することができる。

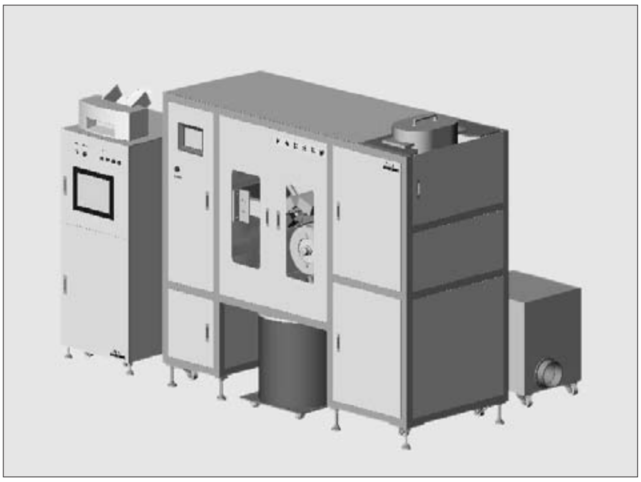
図 41　マイクロレーザ加工機 FAL-4000

3　薬品原末・細粒連続高速自動検査装置

医薬品の信頼性は基本的要求事項であるが，薬品原末・細粒については検査が難しく，通常サンプリングによる目視検査が行われてきており，検査の自動化・高精度化・高信頼性化が求められてきた。

富士電機では，某医薬品メーカーと共同で，高精度・高速の医薬品原末・細粒自動検査装置を開発した。この検査装置は，ラインセンサカメラ，リアルタイム画像処理およびドラムでの細粒の一層化搬送により高精度・高速検査を可能としたものである。また，装置の性能チェック機能として，検出精度チェック，メカモニタリングなどの豊富なバリデーション機能を有しており，搬送部の構造についても，部品を簡単に取り外して洗浄が行えるよう，信頼性，保守性に十分考慮した設計思想に基づき製品化を行った。

図 42　薬品原末・細粒連続高速自動検査装置



システムコンポーネンツ

プログラマブルコントローラ

器　具

回転機・可変速機器

展　望

1999年は国内の設備投資が低迷し，東南アジア，中国，韓国での経済の停滞が響いて全般に低調であったが，後半明るさの見える展開となった。このような経済環境の変化が，経営と生産・販売現場の直結（垂直統合）など種々の変革を及ぼしている。

富士電機はその対応として，システムコンポーネンツの開発を強力に進め多くの成果を上げた。システムコンポーネンツにおける技術開発の共通的なコンセプトは，機種それぞれの低価格化，高機能化，高性能化，オープン化，小形軽量化，高効率化，国際化対応であるとともに，省エネルギー，自動化，合理化システムなど，システム対応力の追求である。

最近の産業界では，機械加工組立産業や FA，物流，環境といった分野で設備のシステム化が進み，システムコンポーネンツの標準化，カスタム化，複合・システム化が浸透してきている。

こうしたなかで制御システムの中核であるプログラマブルコントローラ（PLC）の分野では，各種オープンネットワークに対応するマスタ/スレーブモジュールの開発および制御プログラムの効率的・省力的な開発環境を提供する統合プログラミング支援システム D300win を開発した。D300win は，システム構築の要（かなめ）となるもので，システム全体の改変，保守がこれ１台でできるとともにプログラム自動生成機能を持っている。POD では，SX とのバス結合化を実現するとともに描画速度の大幅アップを図り，あわせて画面サイズのシリーズ化を行った。ビットレベルのオープンネットワークとして AS-i（Actuator Sensor Interface）の展開を進めるとともに，AS-i 用機器シリーズの拡充を図った。

インバータ分野では，1998年の高性能汎用インバータ11シリーズに続いて，ベクトル制御インバータ FRENIC 5000VG7 シリーズを開発した。このシリーズの特長は，サーボに近い高速・高精度（±0.005 %精度，100 Hz 応答）の制御応答を実現したほか，PROFIBUS，DeviceNet などのオープンネットワークに対応したことである。さらにアプリケーションソフトウェア（シーケンス制御，張力制御，位置制御など）を組み込んだオプションカード（UPAC）を併用することにより，フレキシブルなシステム対応が可能となる。

サーボシステムでは，高性能サーボシステム FALDIC-αの展開を行い，各方面のユーザーからの要望を反映したシリーズ拡充を積極的に行った。サーボモータではスリム・キュービック２系列で 50 W から 5 kW までを開発した。またサーボアンプでは，ネットワーク対応の一つとして RS-485，SX バス/T リンクなどのインタフェースを開発し，上位ネットワークとの接続を可能とした。さらに単相 100 V 電源仕様の開発をはじめ機種拡充・性能改良を進め，速度制御応答 600 Hz 以上・整定時間 1 ms 以下を実現した。

配電盤収納器具分野では，「国際性」「安全性」「実用性」「小形化」「環境性」をコンセプトに新形電磁開閉器 NEO SC シリーズを開発するとともに，コンパクトツインブレーカ，サーキットプロテクタのシリーズ拡充，新形高圧真空電磁接触器の開発などを行った。また，配電盤の小形化・省配線の観点から高い評価を得ているディジタル形多機能リレー F-MPC60 の機能・性能向上と適用範囲拡大を狙いに RS-485 対応，3CT 方式にも対応した F-MPC60A を開発した。さらに低圧配電回路の計測・監視用に好評の集合形配電監視ユニット F-MPC04 シリーズに分電盤用電力監視ユニット F-MPC04P を開発した。これは機能をエネルギー管理に限定した経済的なシステム構築の要望にこたえるものである。

省エネルギー対応としてはこのほか，電動機の高効率化ニーズの高まりに対応するため，同期電動機と専用インバータを組み合わせた FESPAC シリーズを開発した。誘導電動機（インバータ駆動）に比べ総合損失電力を 35 %低減できる。

富士電機では，システムコンポーネンツとして，今後一段と加速するであろうグローバル化，オープン化に対応できる基礎技術，要素技術の研鑽（けんさん）に努めるとともに，顧客各位との密接な交流によりニーズに合った高性能，高品質の製品開発を担っていく所存である。

プログラマブルコントローラ

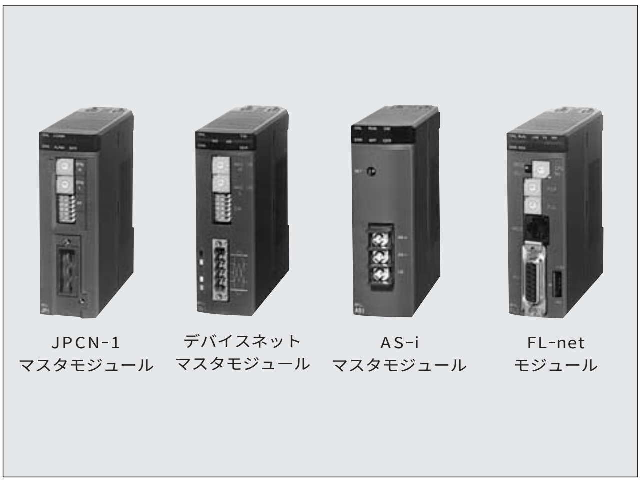
1　MICREX-SX シリーズのオープンネットワーク接続機器

統合コントローラ「MICREX-SX シリーズ」において各種のオープンネットワークに対応する機器を開発した。

富士電機の専用ネットワーク機器に加え，多くの国際的オープンネットワーク機器との接続を可能とした。また，これらマスタモジュールに接続される，各種のスレーブモジュールも用意されている。

(1)　コントローラレベルネットワーク
　○ FL-net モジュール
(2)　デバイスレベル
　○ デバイスネットマスタモジュール
　○ JPCN-1 マスタモジュール
(3)　ビットレベル
　○ AS-i マスタモジュール

図１　MICREX-SX 用オープンネットワーク機器



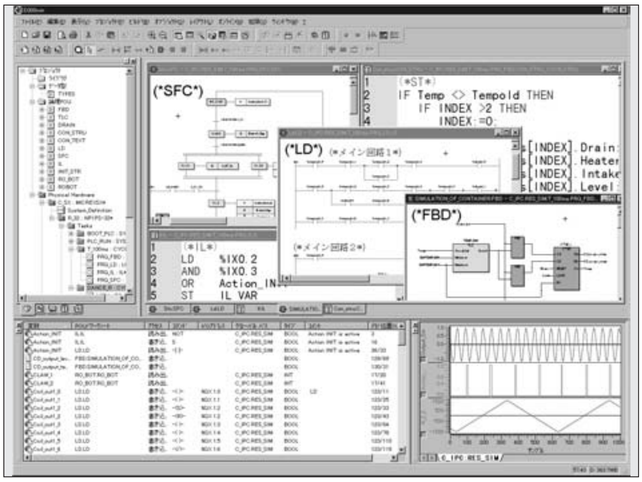
AF99-341/AF99-340/AF99-13/AF99-339

2　MICREX-SX シリーズの統合プログラミング支援システム

プログラマブルコントローラの高機能化に伴い，複雑化・高度化・大規模化する制御プログラムを，効率的・省力的に開発可能な環境が求められるなかで，統合プログラミング支援システムを開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　ユーザーインタフェースを一新し，操作性を大幅に改善。さらに操作を快適にするカスタマイズ機能も搭載。
(2)　高速なコンパイル機能の実現により，全工程での開発作業効率の大幅な向上を実現。
(3)　エディットウイザード機能の採用によりプログラミング作業の省力化を実現。また，ユーザー教育負担を軽減。
(4)　強力なクロスリファレンス機能と，エディタ，デバッガとの連携を実現し，これまでユーザーの大きな負担となっていた検索・修正作業を軽減。

図２　D300win Ver2.0 の画面例



3　プログラマブル操作表示器 UG20 シリーズ

プログラマブル操作表示器（POD）UG20 シリーズに次の機種拡充，機能追加を図った。

(1)　UG420H でアナログ RGB 入力対応機種を開発した。パソコンなどの画面と POD の画面をオンラインで切り替えて表示することができる。
(2)　5.7 インチ画面サイズの UG220H を開発した。5.7 インチから 12.1 インチまで 4 種類の画面サイズにて，システムに最適な機種の選択ができる。
(3)　SX バス通信インタフェースを開発した。MICREX-SX と SX バスで直結でき，表示，操作の高速応答が可能である。
(4)　CE マーキング，UL/cUL 規格対応機種を開発した。

図３　プログラマブル操作表示器 UG420H

AF98-302/AF98-314

器　具

1　電磁開閉器 NEO SC シリーズ

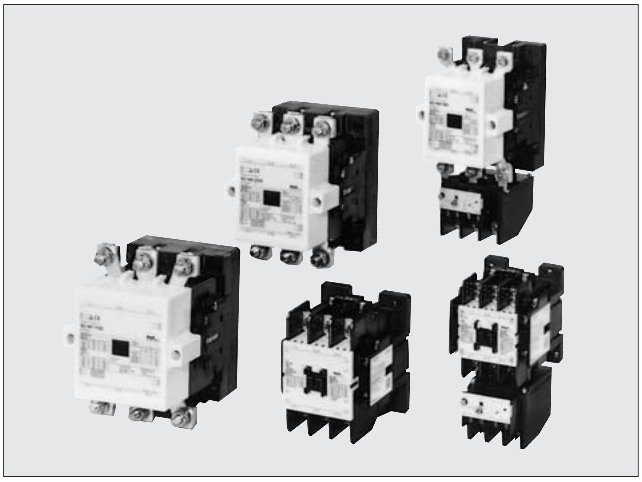
➲関連論文：富士時報 1999.7 p.357-376

中大形電磁開閉器 NEO SC シリーズは，「国際性」「安全性」「実用性」「小形化」「環境性」という五つのコンセプトを軸に開発した。

安全性，環境性が重要視されるなかで，JIS 規格の国際化が進みつつあり，新たに制定された JIS 規格，国際規格に準拠し，標準品で海外規格の認証取得をしたグローバル商品としたこと，直流操作専用品の拡充などにより機種選定と手配の簡素化，および保守用部品を含めた迅速な供給で顧客に貢献する。

また，短絡事故時の波及事故防止性能の向上，アークスペースフリー化，端子カバー，相間バリヤなどのオプション品の品ぞろえで安全性の向上，レール取付け機種の拡充と使用周囲温度を 55 ℃に拡大，追加補助接点の充実などにより実用性の向上を図っている。

図４　電磁開閉器　NEO　SC シリーズ



AF98-282

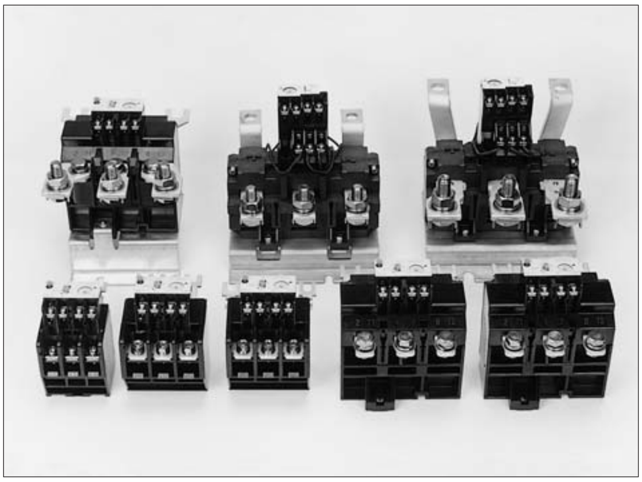
2　NEO SC シリーズ新形サーマルリレー

➲関連論文：富士時報 1999.7 p.377-382

サーマルリレーは，電磁接触器と組み合わせて電動機の焼損保護機器として各種設備の自動化・省力化機器とともに広く用いられている。近年では，生産システムが複雑化・大規模化しており，電動機の故障がシステム全体に与える影響は大きく，保護の信頼性をより向上させることが望まれている。これにこたえるために次の狙いで新形サーマルリレーを開発した。

(1)　保護精度の向上
(2)　高信頼性 1a1b 接点の採用
(3)　幅寸法の縮小化
(4)　各種機能の追加
(5)　豊富なオプションユニット
(6)　世界の主要規格に適合

図５　新形サーマルリレー



3　電子化機器保護用サーキットプロテクタの応用品

設備や事務機の省スペース化・高機能化の進展に伴い，事務機器や電源装置などは小形化・小容量化が進んでいる。これらの機器や装置の電路を保護するため，プリント板に搭載可能なサーキットプロテクタや，低負荷容量を有する補助スイッチ付きの要求がある。こうした要求に対応するため，既存のシリーズ（CP30P 形，CP50B 形）の応用品を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　小形でプリント板に直接接続できる端子構造により，配線を不要にした（CP30P/□ P 形；□ R 形）。
(2)　微小負荷専用の補助・警報接点により，低負荷容量への適用を可能にした（CP30P/□ W1 形；□ K1 形，CP50B/□ W1 形；□ K1 形）。
(3)　世界の主要規格である UL・CSA 規格，および TÜV 認証（EN 規格）をバリエーション付きにて取得した。

図６　電子化機器保護用サーキットプロテクタの応用品

AF99-226/AF99-225

器　具

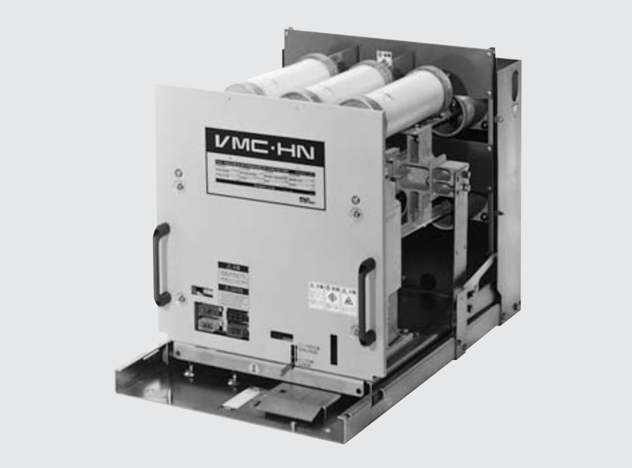
4　新形高圧真空電磁接触器 VMC・HN シリーズ

➲関連論文：富士時報 1999.7 p.387-390

高圧電動機や高圧コンデンサの開閉用電磁接触器は，その普及とともに，高品質化が従来以上に強く要求される一方，経済性，取扱い性などに対する要求も厳しいものとなっている。このたび，富士電機は高圧真空電磁接触器の全面モデルチェンジを行い，より一層の安全性，信頼性，取扱い性を追求した「VMC・HN シリーズ」を発売した。

専用 IC を使用したスーパーマグネットの搭載により，省エネルギー化，動作信頼性の向上を図るとともに，正面デザインパネルの共用化によるパネル外形寸法の統一，ヒューズ交換が容易な構造，豊富な据付け方式など使いやすさを特長とした商品となっている。定格電圧は 3.3 kV と 6.6 kV，定格電流は 200 A と 400 A，そしておのおのに操作方式として常時励磁式とラッチ式の 2 種類を用意している。

図7　高圧真空電磁接触器　VMC・HN シリーズ



AF99-160

5　新形マルチリレー F-MPC60A

高圧受変電設備に用いるメータ，保護継電器，制御機器，トランスデューサ機能をコンパクトに一体化したディジタル形多機能リレーとして 2CT 方式の F-MPC60 を販売中である。今回，抵抗接地系への適用を踏まえた 3CT 方式品のシリーズ拡大と，2CT 方式品の機能・性能向上を併せて図った F-MPC60A を開発した。

主な改善点と特長は次のとおりである。

(1)　77 kV までの高圧・特別高圧回路への適用が可能。
(2)　エネルギー管理・電気設備保守用の機能としてデマンド計測（電流，電力），高調波計測（電流，電圧）およびプレアラーム（OCA）を追加。
(3)　汎用インタフェースである RS-485 対応品を追加。
(4)　フレキシビリティの高い，選択入出力方式の採用。

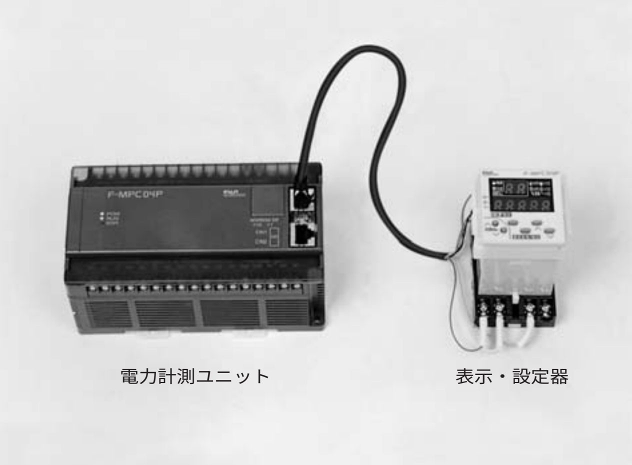
図8　新形マルチリレー F-MPC60A

6　分電盤用電力監視ユニット F-MPC04P

低圧受配電設備の電路情報すべてを計測・監視可能な集合形配電監視ユニット F-MPC04 を発売して好評を得ている。一方，より経済的な投資でエネルギー管理に限定したシステム構築の要望も強く，今回，分電盤用電力監視ユニット F-MPC04P を開発した。以下に特長を記す。

(1)　電気エネルギー管理用途のみに狙いをしぼり，１台で８フィーダを計測。小形化，低コスト化を実現（計測項目は電流，有効電力，有効電力量，デマンド有効電力の最大値に限定）。
(2)　計測ユニットと表示・設定器が分離方式であり，コストパフォーマンスが高い製品構成。
(3)　専用分割形 CT および既設 CT（＊＊/5 A）との組合せができ，既設盤への対応も容易。
(4)　操作性・上位通信手順は F-MPC シリーズで統一。

図9　分電盤用電力監視ユニット F-MPC04P



器　具

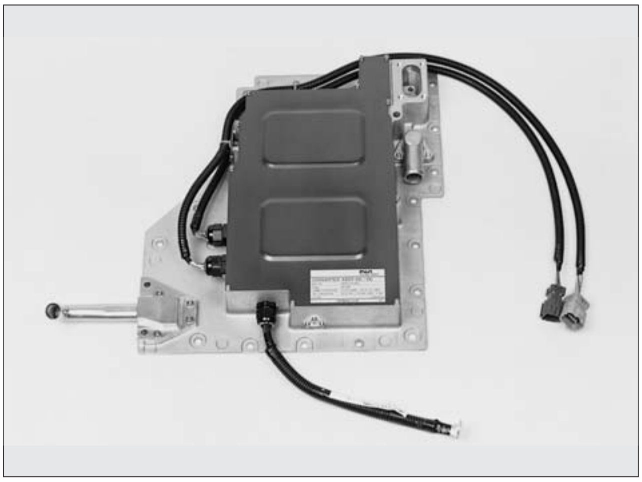
7　車載用 DC-DC コンバータ

1997年の「気候変動枠組み条約第 3 回締約国会議」（地球温暖化防止京都会議）での決定を受け，地球温暖化の原因となる二酸化炭素の排出量を削減した低公害車としてハイブリッド車，電気自動車などの発表，発売が相次いでいる。富士電機では，日産自動車(株)とハイブリッド車用 DC-DC コンバータの開発を行っている。主な特長は次のとおりである。

(1)　降圧コンバータと緊急対応用昇圧コンバータとを一体化しているため小形，軽量。
(2)　高効率：89 %。
(3)　アルミ電解コンデンサレス設計のため長寿命。
(4)　信頼性向上のための各種保護，警報出力を搭載。

今後はシリーズ化とさらなる高効率，低ノイズ化，小形化を図っていく。

図10　ハイブリッド車用 DC-DC コンバータ

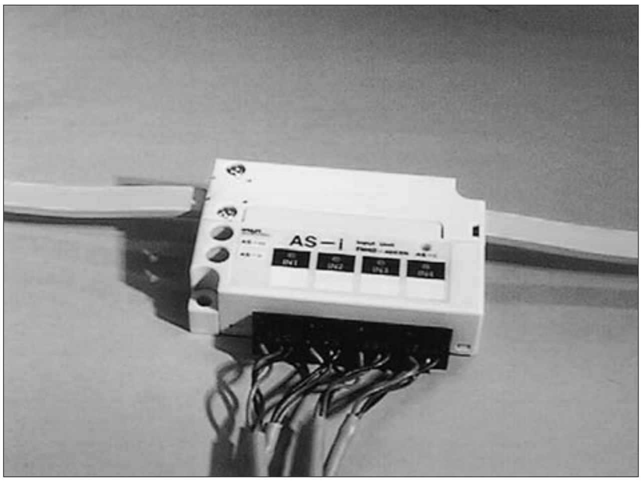


8　AS-i スレーブ（AS-i 対応機器）

年々，制御系の高度化により配線などの人的作業が増加傾向にある。今回，配線などの人的作業低減をすることができるビットレベルのオープンネットワーク AS-i（Actuator Sensor Interface）用スレーブで，日本市場に適したものを開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　50 × 77 × 19（mm）の小形で薄形形状。
(2)　AS-i ケーブルに圧接接続可能，またねじ端子付きのため一般ケーブルも接続可能。
(3)　アクチュエータ，センサへの接続は，コネクタによるワンタッチ接続。
(4)　センサ電源は，日本仕様にあった DC24 V 供給。
(5)　通信エラー，過負荷，0 アドレス，などの異常状態表示灯付き。

図11　AS-i スレーブ



9　コンパクトツインブレーカの機種拡充

分電盤の組立合理化・省配線化を目的とした電源側端子プラグイン方式のコンパクトプラグインブレーカに，負荷側端子を差込端子構造としたシリーズを開発した。負荷側電線接続作業が，ねじなしでワンタッチで行え，クイック施工と保守性の向上に貢献する。また，電線挿入量確認表示付きで，接続作業の信頼性向上が図れる。

(1)　製作機種
　配線用遮断器（形式：F52Q，F52QNR，F52QNT）
　漏電遮断器（形式：FG52Q，FG52QNR，FG52QNT）
(2)　定格電流：15 A，20 A
(3)　極・素子数：2P2E，2P1E
(4)　定格遮断電流：AC100/200 V：5 kA
　　　　　　　　　AC200 V：2.5 kA
(5)　適用電線サイズ：単銅線φ 1.6，φ 2.0（mm）

図12　コンパクトクイックブレーカ

AF99-204

器　具

⑩ ガスメータ用コントローラの機種拡充

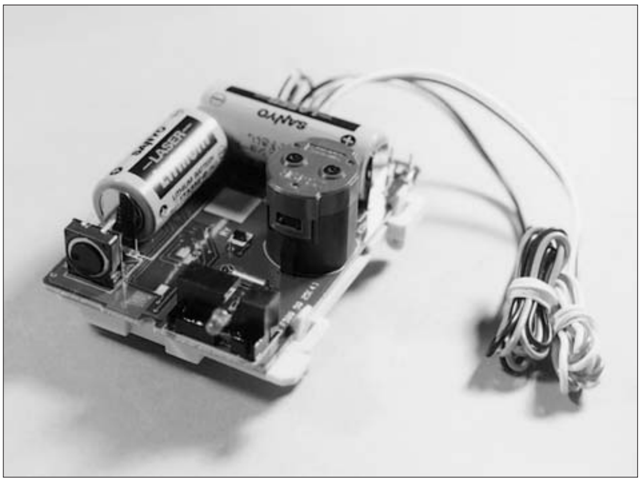
ガスブレーカ機能と自動検針・遠隔制御に対応する通信機能の強化および圧力測定を可能とする都市ガスメータ用（NI メータ用）コントローラを開発した。

(1) プリント板搭載電池 2 本（1,500 mAh，2,200 mAh）でコントローラと接続する双方向遮断弁・圧力センサの電力供給を含め，10年間の動作が可能である。

(2) 従来の閉栓機能のみの単方向遮断弁から開栓も可能な双方向遮断弁に対応するための駆動回路を備え，通信機能による遠隔からの開栓動作も可能である。

(3) 0 ～ 4 kPa の圧力を精度 10 Pa で計測し，ガスの供給圧力を監視・記録する。また，閉栓状態から開栓するまでの漏れ検査を圧力降下による方式とし，従来 120 秒の開栓時間を40秒に短縮している。

図13　ガスメータ用コントローラ



⑪ 円柱形近接スイッチ PE1・PE2 シリーズ

FA 用センサとして工作機械，搬送機械などに使用されている円柱形近接スイッチにおいて，より使いやすくすることを狙いに，機能・性能の向上を図った。新しい PE1，PE2 シリーズの主な特長は次のとおりである。

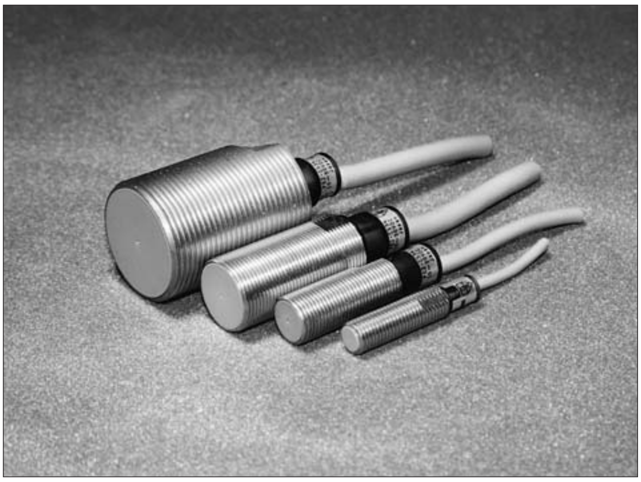
(1) テールインジケータの採用により，広範囲から表示灯が確認できる。

(2) 検出距離の設定が容易かつ確実に行える安定動作表示灯付きである。

(3) PE2（M30 形非シールド）の検出距離をアップさせ，余裕をもった設定を可能とした（従来形 20 mm →新形 24 mm）。

(4) スパナで近接スイッチをつかむ際のフライスカット部を装備した（M8 タイプに追加）。

図14　円柱形近接スイッチ PE1・PE2 シリーズ



⑫ 海外規格対応パワーフィルタ

パワーフィルタは，インバータなどから発生するノイズを防止する目的で広く普及している。近年，電圧障害が社会問題となりつつあり，また，インバータ自身の高機能化や多様化により，パワーフィルタの高性能化が望まれている。あわせて，1996年から欧州 EMC 指令で規制の対象となったノイズ障害防止に関して，EN 規格への対応が望まれていた。そこで富士電機は，ノイズ減衰性能に優れたパワーフィルタ RNFHA シリーズの開発を行い，標準品で海外規格の認証を取得した。

特長は次のとおりである。

(1) 標準品で海外規格（EN133200，IEC939）に適合。

(2) インバータから発生するノイズを確実に防止。

(3) 小形・軽量化を実現。

図15　高性能パワーフィルタ RNFHA シリーズ

AF98-85

回転機・可変速機器

1　高性能コンパクト形インバータ FVR-E11 シリーズ

近年の汎用インバータ市場では，搬送機械などでのパワフルさ，ファン・ポンプなどの省エネルギーニーズの高まりを背景に，インバータに対する高性能・多機能ニーズ，および小形化・経済性の追求がますます高まっている。これらを踏まえ，高性能コンパクト形インバータ「FVR-E9シリーズ」の後継機種として「FVR-E11シリーズ」を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　ダイナミックトルクベクトル制御で始動トルク 200 %（0.5 Hz 時）を実現。低速域での回転むらも約 1/2 に低減。

(2)　自動省エネルギー，オートチューニング，フライングスタートなどのインテリジェント機能を搭載。

(3)　従来品体積比約 70 %に小形化。

(4)　海外規格（UL/cUL，TÜV）にも標準品で対応。

図16　高性能コンパクト形インバータ FVR-E11 シリーズ

2　同期電動機駆動専用インバータ FVR-D シリーズ

ファン・ポンプをはじめとした一般産業分野での省エネルギーニーズにこたえるため，小形，高効率，低騒音，多機能を備えた同期電動機駆動専用インバータ（FVR-D）シリーズを開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　FVR-E11 と同一寸法とし，低減トルクと定トルクの２系列を用意。

(2)　省エネルギー制御搭載による高効率運転の実現により，富士電機の誘導電動機との従来比で，総合損失電力を 35 %削減。

(3)　低減トルク仕様においては，磁極センサなしで始動トルク 70 %以上を発生。

(4)　定トルク仕様においては，回転中の同期電動機でもインバータ始動を行うフライングスタート機能を搭載。

(5)　PID 制御と RS-485 シリアル通信機能を標準装備。

図17　同期電動機駆動専用インバータ FVR-D シリーズ

3　マシンルームレスエレベータ用薄形インバータ

エレベータ業界では，中低速エレベータの領域で，通常，屋上などに設けられる機械室をなくしたマシンルームレスエレベータが脚光をあびている。機械室がなくなると，巻上げ用電動機やその制御盤の設置スペースに制約を生じる。

富士電機では，この要求にこたえるため，フジテック(株)と共同で，乗り場部分に設置可能な超薄形インバータを開発した。このインバータは，富士電機の高性能ベクトル制御インバータ FRENIC5000VG5 を母体として，厚さ 100 mm の超薄形構造とし，11 kW までの 3 機種をシリーズ化した。

薄形構造を実現するために，富士電機独自の冷却構造の採用や，薄い制御盤内においてもメンテナンス性を損なうことのないよう，随所に細やかな配慮を払った設計とした。

図18　マシンルームレスエレベータ用薄形インバータ

回転機・可変速機器

4　大容量電力変換器

電動機駆動用インバータは，高性能化，多機能化，小形化，低価格化により，適用分野の拡大を図ってきた。

富士電機では，IGBT インバータとして，FRENIC 5000G，P，VG シリーズをユニットタイプと多段積盤タイプで市場に展開し，好評を得ているが，さらに大容量化の要求を満たすべく，系列の拡大を図った。これにより，大容量まで単器で一貫したシステムの構築が可能になった。以下に製品の主な特長を記す。

(1)　各 IGBT の電流分担率を保ちながら，並列接続数を従来の 8 個から12個に拡大し，630 kW を実現した。

(2)　左右に配した各相ごとのキャスタ付スタックと専用リフタによるスタック交換や，冷却ファンの個数減により，メンテナンスを正面から行う際の作業性が向上した。

図19　大容量 IGBT インバータ

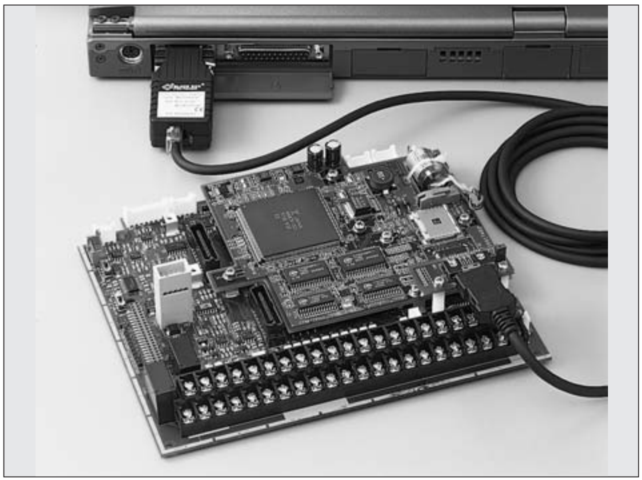
5　FRENIC5000VG7 用 UPAC およびパソコンローダ

高性能ベクトルインバータ VG7 のオプションとして，テクノロジーカード（UPAC）と VG7 支援ローダソフトウェアを開発した。

UPAC には，富士電機のプログラマブルコントローラ MICREX-SX シリーズと同じ環境でユーザープログラムの開発ができること，光オプションリンクにより複数の VG7 を一括制御ができるなどの特徴がある。これにより巻取機，印刷機，試験機などのシステム対応が可能となる。

VG7 支援ローダは，富士電機のサーボシステム FALDIC-α と同じ機能・操作性を継承している。VG7 の機能コードの参照・更新やモニタデータのトレース，複数台の VG7 をスキャンするマルチモニタ機能などがパソコンから可能となる。日本語/英語はインストール時に選択できる。

図20　テクノロジーカードとパソコンのケーブル接続



6　新形立体駐車装置用ギヤードモータ

市街地やマンションなどの駐車スペース確保の手段として，立体駐車装置は着実な伸長を続けている。

富士電機では，こうした装置のうち，機械式駐車装置のパレット昇降駆動専用ギヤードモータ「MGS3 形」シリーズを開発した。主な特長は以下のとおりである。

(1)　業界トップレベルの低騒音

運転騒音 50 dB（A）を実現し，さらに制動音低減には超低騒音形ブレーキを採用した。

(2)　全長約 15 %の小形化，質量約 5 %の軽量化。

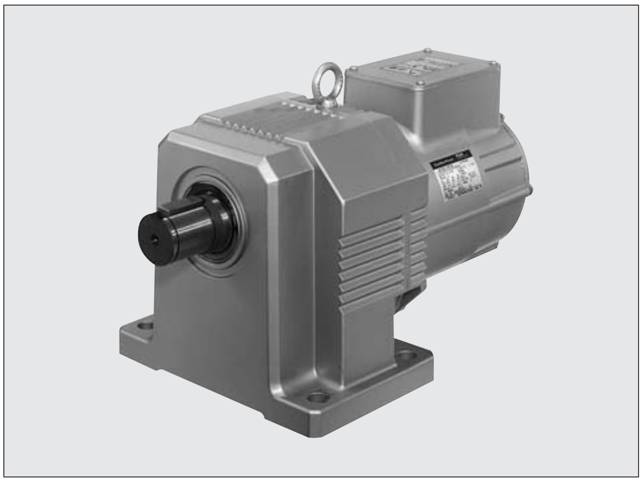
(3)　配線作業性の向上

モーター一体形大形端子箱採用で，配線作業を容易にした。

(4)　防水性能の向上（屋外使用時の信頼性向上）

保護等級 IP55 を標準仕様とし，防水性を強化した。

図21　新形立体駐車装置用ギヤードモータ　MGS3 形



AF99-125C

回転機・可変速機器

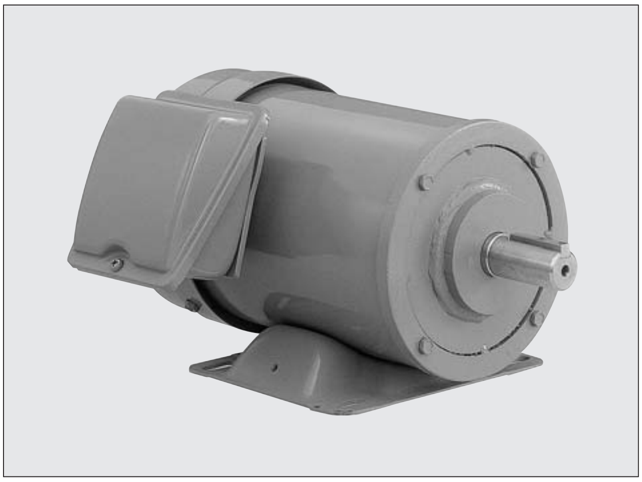
7　一般産業用同期電動機シリーズ

富士電機では一般産業分野での省エネルギーニーズに対応するため，永久磁石内蔵形同期電動機（IPM モータ）をシリーズ開発した。このモータは，専用インバータ FVR-D シリーズとの組合せシステム「FASPAC」シリーズとして提供される。

永久磁石の採用により，従来の誘導電動機に対し励磁電流の必要がなくなり，損失を大きく低減できる。これにより，①最大約 10 %の電動機効率向上を実現し，②体積比平均 35 %減・質量比平均 40 %減の大幅な小形・軽量化を達成した。

0.2 ～ 7.5 kW の出力範囲に，2 系列のトルク仕様（低減トルク，定トルク）と 3 種類の定格回転数シリーズ（1,800・3,600・7,200 r/min）を用意した全38機種で，多種多様なニーズにこたえる。

図 22　一般産業用同期電動機　GNA1 形



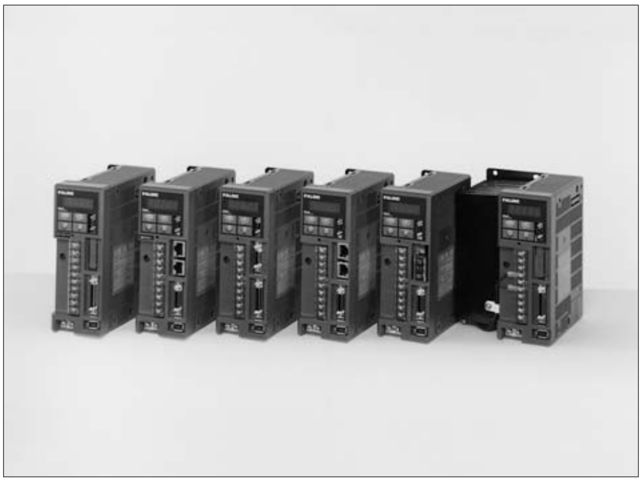
8　FALDIC-αアンプの機種拡充

➲関連論文：富士時報 1999.4 p.243-247

高性能サーボシステム FALDIC-αシリーズの一層の機種拡充を図った。①機能面：パルス列タイプに加えて，直線位置決め・回転割出しタイプを開発。②容量系列：50 W から 5 kW までの拡充。③上位 I/F ： RS-485，富士電機の PLC バスである SX バス，T リンク I/F の開発。また，④半導体関係市場対応として単相 100 V 電源仕様品の開発。

以上のように，柔軟にシステム対応できる充実した機種ぞろえと新開発のサーボモータとによって高い機械性能を引き出すことができ，またサーボ支援ソフトウェアによりセットアップ時間の短縮が図れる。性能面でもさらに改良を加え，2 自由度 PI 制御やオブザーバ技術の導入などにより，速度制御応答 600 Hz 以上，整定時間 1 ms 以下を達成した。

図 23　FALDIC-αアンプ



11090

9　FALDIC-αモータの機種拡充

➲関連論文：富士時報 1999.4 p.243-247

AC サーボモータへの市場ニーズは用途に応じて小形，高性能，使いやすさ，対環境性の向上，海外安全規格対応などが主たる選定時の条件となってきている。

1999年に発売した FALDIC-αモータは，スリム，キュービックの 2 系列形状で，容量は 50 W から 5 kW まで開発，さらに保持ブレーキ付モータと専用ギヤシリーズを加え，機種拡充を図った。耐環境性についても標準仕様で IP55，個別対応で IP67 を可能とした。海外安全規格については取得申請中である。

今後は，低回転シリーズの開発と容量の拡大を行い，サーボ市場の幅広いニーズに対応していく。

図 24　FALDIC-αモータ

情報機器関連コンポーネント

磁気ディスク媒体
感光体

展　望

産業構造の抜本的な転換を促す情報技術（IT）革命をてこに，社会はネットワーク化への道をまっしぐらに進んでいる。昔の文字情報から画像情報へ，やがては動画情報へと取り扱うべき情報量の飛躍的な増大とともに，これを実現する手段へのニーズは加速している。富士電機では情報技術の発展に寄与すべく大量の情報の取扱いを可能にする記憶デバイス，高精細な画像の取扱いを可能にする画像出力デバイスの分野で特長ある製品群を提供し続けている。

1999年，パソコン市場は低価格化とインターネットをキーワードにコンシューマー向けが回復しつつあり，サブ1,000 ドルパソコンは全体の 50 %にまで達しようとしている。また，磁気ディスク装置（HDD）市場は現在 5,400 r/min 機が主体であるが，より迅速な情報処理を可能とする高速化対応機（7,200/10,000 r/min）の伸びは著しく，2000年は主流に躍り出ることになろう。一方，磁気ディスク媒体市場は1998年の対前年マイナス成長から，1999年はわずかながらも対前年プラス成長を達成したとみられる。今後は既存分野の 5 ～ 8 %レベルの安定成長に加え，家電製品のディジタル化に対応した AV 用 HDD が新たに登場して HDD は家庭内に入り込み，成長を継続すると予測される。

HDD の技術の進展は加速されつつあり，記録密度向上のスピードは従来の年率 60 %からここ 1 ～ 2 年は 100 %へと増大している。これを支えるため磁気ディスク媒体への技術的な要求はますます高度化しつつある。

富士電機は，事業参入以来，時代に要求される磁気ディスク媒体をタイムリーに市場へ提供してきた。1999年，いち早く 7 G ビット/in^2 の高記録密度化を達成し，3.5 インチ磁気ディスク媒体を市場に展開した。また，低うねり特性をもつ Al 基板は磁気ディスク媒体とともに市場からも高い評価を受けている。さらに，従来からの基礎的な研究開発を集成させ，磁気ヘッドのより低浮上化を可能とする新たな極薄カーボン保護膜の成膜法である CVD 手法を量産レベルまで発展させた。これらの技術はさらに発展し，より高度に制御された微細組織をもつ磁気記録層の技術と複合することで，次の世代を担う 10 G ビット/in^2 高記録密度磁気ディスク媒体として完成し，2000年の量産へと準備を整えつつある。製品開発は，すでに 20 G ビット/in^2 の記録密度に移っており，今後の HDD 適用分野の拡大のなかで，広く市場ニーズに応じた製品系列を整え，リーディングカンパニーをめざしていく所存である。

画像出力デバイス分野においては，電子写真方式のプリンタがその特長である高画質特性および高速性をベースに年率 10 %程度の堅調な伸びを続けている。OA 化の進展に伴い増加し続ける種々の情報を，短時間でかつ見やすい画像に変換・処理しうるように，一層の機能・品質向上が図られている。なかでも，ディジタル化技術の急速な進歩と，現像剤などの改良により，フルカラープリンタ，ディジタル複写機およびプリンタ機能・複写機能・ファクシミリ機能を 1 台で兼ね備えた複合機の製品化が本格化している。また一方では，環境への配慮が特に重視され，消費部材の長寿命化・リサイクル化や，オゾン発生の少ないマシンの開発が急ピッチに進められている。

富士電機では，これらの市場要求に対応しうる感光体の開発を推進してきた。特に，プリンタ分野においては，数種類の新しい材料系の創出により，画質の向上を実現するとともに，従来のおよそ 2 倍程度まで高速化・長寿命化を可能にしうる感光体を製品化した。

さらに，これらの材料系をベースに層設計の最適化により，フルカラー機，ディジタル機および複合機それぞれに対応しうる感光体を開発し系列化した。また，オゾン発生が少なくかつ低価格マシンの実現を可能にする感光体として，正帯電有機感光体の開発を推進し，低速機分野での製品化に引き続き中高速機分野への展開を図っており，このタイプにおいては業界トップレベルの性能を実現している。

一方，感光体を含めたカートリッジの生産および新規開発を精力的に進め，顧客要求仕様にあった製品の供給を続けているとともに，独自の特徴ある製品を開発している。

今後も情報技術は加速度的に発展し社会生活をより豊かに，より快適にしていくものと考えられる。富士電機の情報機器関連コンポーネント分野は，情報技術の発展に寄与すべく特長ある製品群を今後も提供していく所存である。

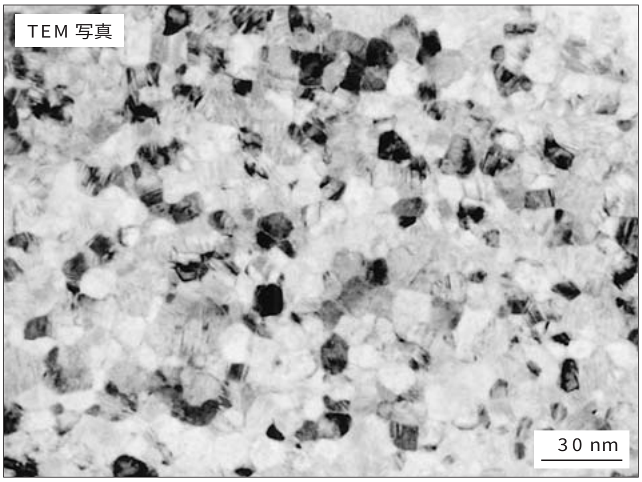
磁気ディスク媒体

1　15 G バイト/枚の高記録密度磁気ディスク媒体

➲関連論文：富士時報 1999.11 p.584-589

GMR（Giant Magnetoresistive）ヘッドの採用により，磁気ディスク装置（HDD）の記録容量は飛躍的に向上している（年率 100 %以上）。15 G バイト/枚を達成するには，１ビットのサイズは長さ 0.85 ×幅 0.067 ×高さ 0.018（μm）となる。１ビットに幾つの磁性粒子が含まれるかがかぎであり，ここから磁性粒子の目標直径が決まってくる。磁性粒子は 15 nm から 12 nm へスケールダウンすることが目標となる。これを実現するため富士電機では，磁性層の機能を向上するためより多層化すること，磁性層の組成を 5 元化すること，さらにプロセス条件を再度見直すことにより，磁性粒径を 11 〜 12 nm にスケールダウンすることに成功した。この技術を用い，10 G バイト/枚のプログラム受注，量産を達成するとともに，15 G バイト/枚に対しての技術の達成にめどがついている。

図１　透過形電子顕微鏡写真（磁性粒子構造）

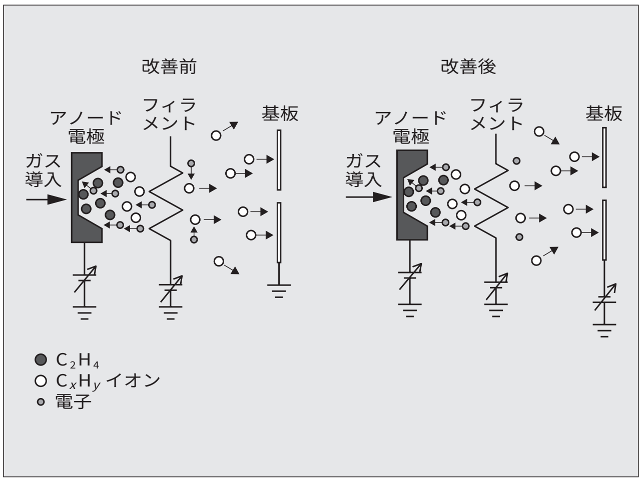


2　CVD-C 保護膜の量産化技術

スパッタカーボン膜に比べ，緻密（ちみつ）で硬い膜が形成可能なプラズマ CVD（Chemical Vapor Deposition）法によるカーボン膜を製品に適用すべく開発を行ってきた。しかしこれは反応性ガスを用い，プラズマ分解させ膜を形成させるため，膜は装置の至るところに形成され，製品化に有害なパーティクルの原因となる。

富士電機では，膜が形成される箇所をできるだけ限定し，また基板に負のバイアスを印加することで成膜種の一つであるイオンが，できるだけ基板に飛んでくるようにすることで解決した。また，イオンのエネルギーを利用して膜の緻密化を図るプロセスを開発したことで，膜厚 5 nm の膜でも CSS 耐久性に十分耐えられ，Co の溶出もスパッタ膜同等以上の特性を有する媒体を開発できたので，2000年の量産機種に対応を図っていく。

図２　イオンビーム CVD の改善概要図

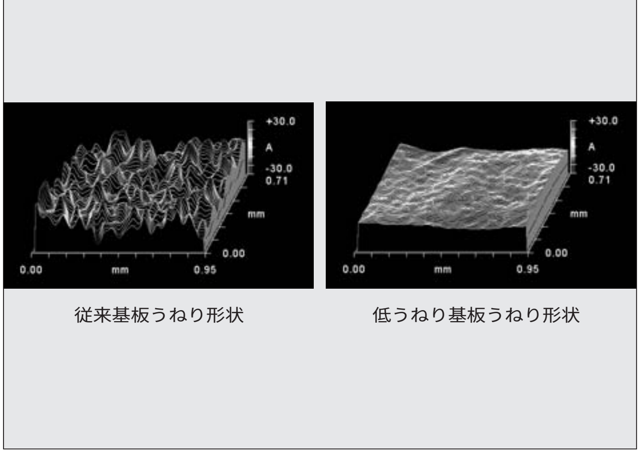


3　15 G バイト/枚磁気ディスク媒体用低うねり基板

磁気ディスク媒体の記録密度向上のためには，ヘッドとディスクの間隔を限りなく狭くしなければならない。これを達成するための必須（ひっす）条件として，Al 媒体用基板として使用されている Ni-P ポリッシュ基板の超低うねり化が急がれている。

富士電機では，15 G バイト/枚磁気ディスク媒体用基板として，① Ni-P めっきのベースとして使用されている Al 合金組成の最適化，②グラインドサブストレート加工の高度化，③ Ni-P めっき皮膜のディフェクトフリー化，④コロイダルシリカを用いた超精密ポリッシュ加工の技術を確立し，従来基板うねり（W_a）6 〜 8 Å から 2 Å レベルまで低減することに成功し量産を開始した。現在，30 G バイト/枚媒体用基板として，さらなる低うねり化の開発を進めている。

図３　急速に低うねり化が進む磁気ディスク媒体用基板



感光体

1　高耐刷有機感光体

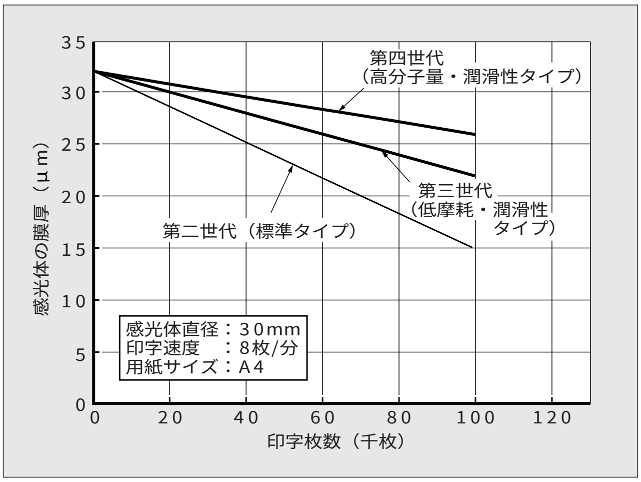
➡関連論文：富士時報 1999.11 p.612-615

電子写真応用機器の高画質化，高速化に伴い，感光体にも高機能化が要求されるとともに，帯電部材，現像部材などを感光体に接触させたプロセスにおいては，膜摩耗が少なくきずの付きにくい高耐刷性感光体の要求が強まっている。

富士電機では，感光層を構成する樹脂バインダへの潤滑性成分付与，分子量調整，および組成最適化によって低摩耗で高潤滑性の感光体を開発し，特に現像剤や用紙粉の付着による画像不良（フィルミング現象）を大幅に抑止することができた。合わせて新規電荷発生材，電荷輸送材の開発によって連続印字時の画質安定性を実現し，各種マシンプロセスに対応可能な長寿命感光体を製品化した。

今後，材料技術，プロセス適合技術のレベルアップを図り，さらなる長寿命化に取り組んでいく。

図4　連続印字における感光体膜厚の変化



2　中高速プリンタ用正帯電有機感光体

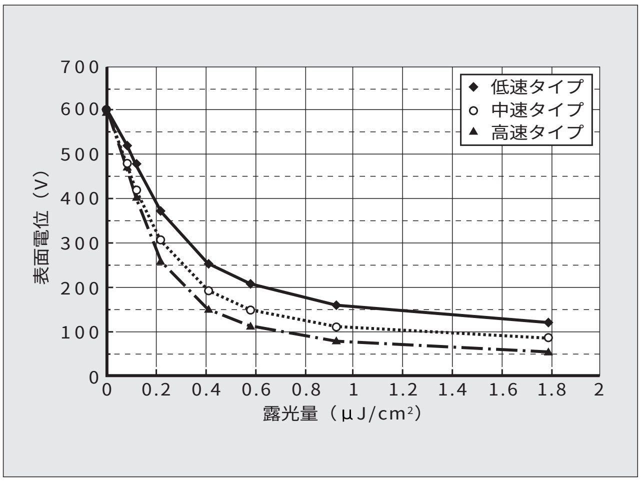
➡関連論文：富士時報 1999.11 p.619-621

電子写真応用機器分野においても環境への配慮は重要であり，オゾンレス化への要求が強くなっている。正帯電有機感光体は，従来の負帯電有機感光体に比べてコロナ放電による帯電プロセスでのオゾン発生量を低減できるため適用が進められている。

富士電機では，低速プリンタ用正帯電単層型有機感光体に続き，新規の電荷輸送材料の開発・適用による中高速プリンタ用正帯電単層型有機感光体の系列化を行った。これらの感光体は光疲労特性，耐刷寿命などでも優れた特性を有している。

今後はさらなる新材料開発およびプロセス適合技術の高度化を図り，低速パーソナル分野から高速大型分野への適用とカラー化，高解像度化などの高性能化に取り組んでいく。

図5　正帯電有機感光体の光減衰特性



3　電子写真用プロセスユニット

➡関連論文：富士時報 1999.11 p.624-626

普通紙複写機（PPC），レーザプリンタなどの電子写真応用機器は，その高い画像品質と高速・低騒音という特長を生かし年々市場を拡大している。また，画像形成機能を担う感光体周辺プロセスをユニット化することで，小形，低価格，メンテナンスフリーを実現し，オフィスユースだけでなくパーソナルユースへの需要も伸びている。

富士電機ではこのような電子写真プロセスユニットを提供するため，ユニットの設計開発を行うとともに香港での感光体生産と中国・深圳でのユニット組立生産により，高品質および低コスト化を図っている。

今後は電子写真応用機器のディジタル化，カラー化に対応する高性能化と近年の環境問題に配慮したより高品質なプロセスユニットの製品開発，系列拡大に取り組んでいく。

図6　電子写真用プロセスユニット

電子デバイス・半導体

IC
パワー半導体

展　望

1999年の電子デバイス，半導体分野の市況はバブル崩壊後の不良債権処理に端を発した金融不安により，全体的には非常に厳しい状況で推移した。しかし，そのなかにあっても用途，分野別では明暗が分かれた年でもあった。富士電機では長年培ってきたコア技術としての高耐圧，パワー技術にインテリジェント機能を加えて差別化をさらに進め，得意セグメントでの顧客満足度の向上に寄与するデバイスの開発に注力してきた。その成果の概要を以下に紹介する。

IC 部門では，アナログ・高耐圧パワー・センサ内蔵技術を特徴とした製品により，情報機器の小形化や省エネルギー・環境問題に貢献する製品の開発を推進している。

電源 IC 分野では，ノートパソコン，ビデオカメラや携帯電話機などバッテリー対応の DC-DC 分野や AC アダプタなどの市場に活発に展開しており，タイミングよく開発することが求められている。まず，DC-DC コンバータ用として，低消費アナログ CMOS 技術を用いた同期整流機能付 6 チャネル IC を製品化しディジタルビデオカメラ，ディジタルカメラ用に採用された。AC-DC 分野では従来バイポーラ形で製品化してきた53シリーズ電圧モード IC を CMOS 化し，低消費，軽負荷モード対応機能を持たせ製品化した。その他特定用途向け IC として USB（Universal Serial Bus）電源，プリンタ電源，液晶表示パネル電源，携帯電話機電源用などの製品開発を推進してきた。

カメラ用オートフォーカス IC は 3 倍ズームコンパクトカメラ用に適用されているが，当社比で体積が従来の半分となる小形モジュールを開発し，カメラの小形化に貢献した。またディジタルカメラ向けとしても，測距スピードが速い特徴を生かし採用されている。

将来の家庭用テレビの最右翼候補である PDP（プラズマディスプレイパネル）駆動 IC としては，200 V SOI プロセスを用いたスキャン側 IC と 100 V DMOS プロセスを用いたデータ側 IC をそれぞれフレキシブル基板に搭載したモジュールを開発した。

ハイブリッド IC 製品としては，高調波対応電子バラストの開発や直噴形自動車イグナイタの小形パッケージ化，自動車用圧力センサでは EMI（電磁干渉）対策内蔵形センサの開発など，いずれも地球環境の改善に貢献する製品となっている。

一方，パワー半導体に関しては，1999年度には次の基本的考え方により新製品開発を推進してきた。

(1)　エコロジーエレクトロニクスへの対応

拡大する地球環境保護，省エネルギーニーズに対応。

(2)　カスタマーフォーカスの徹底

顧客の視点からの商品企画。

(3)　ソリューション製品の創出に注力

回路ソフトウェアとパワーの複合など。

CRT ディスプレイ電源用に画面ノイズの出にくい PWM ソフトスイッチング同期方式システムを富士電機独自に開発し，このシステムのパワー部を簡素化するため複数のパワー MOSFET と制御用 IC をプラスチックパッケージに実装することで M-POWER を実現した。M-POWER は待機時に 3 W 以下というエナジー 2000 規格を追加のサブ電源なしで達成する画期的なデバイスとなっている。このデバイスはパワー半導体と IC 技術の結合が新しいシステムパワーデバイスを生んだ好例である。自動車電装用の高機能 MOSFET も同様である。パワー MOSFET とデバイス保護回路を 1 チップに集積し，それをコンパクトな SOP-８パッケージに実装することで自動車電装システムの部品搭載空間の極小化ニーズにこたえている。

微細プレーナ技術により第四世代 IGBT チップを搭載したパワー集積モジュールを開発し系列化を行っている。NPT 型 IGBT 技術をブラッシュアップすることで 600 V，1,200 V 系列に加えて 1,400 V 系列を追加し，世界各地の商用電源に対応可能とした。ネットワーク用大形サーバ電源などへ適用可能な TO-247 パッケージ MOSFET や応用装置のさらなる高効率化・省エネルギー化を狙った 100 V ショットキーバリヤダイオード，高精細度 CRT ディスプレイ用 1,700 V ダンパダイオード，電子レンジ用高圧ダイオードなどの新製品も同様にアプリケーション最適パワーデバイスの思想が適用されている。

富士電機では今後も世の中のニーズを真摯（しんし）に受け止め，特長ある製品を供給していく所存である。

IC

1　軽負荷モード内蔵電源制御 IC

FA3641/47 は，家電・ OA 製品の待機時の低消費電力化に対応するため，従来の FA531x シリーズを高耐圧 CMOS 技術により低消費電流化した PWM スイッチング電源制御 IC である。軽負荷時には，スイッチング周波数をリニアに低減する機能を内蔵することで電源のスイッチングロスを低減し，待機時の効率を向上させることができる。

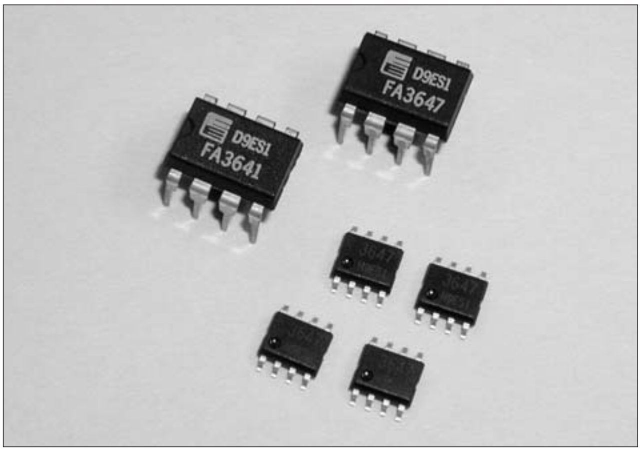
この製品の主な仕様は次のとおりである。

(1)　30 V 高耐圧 CMOS プロセス採用による低消費電流化ラッチ時： 50 μA，動作時： 1.9 mA（無負荷）。

(2)　外付け抵抗により，発振周波数の低減率を可変できる軽負荷モード内蔵（出力 DUTY 10 %以下で動作）。

(3)　FA531x シリーズと同じ，過電流，過負荷，ソフトスタートなどの各種保護機能を内蔵。

図１　軽負荷モード内蔵 PWM 電源制御 IC（DIP-8/SOP-8 の外形）



2　6 チャネル DC-DC コンバータ制御 IC

近年，ビデオカメラやディジタルスチルカメラの小形化・軽量化・高機能化が進んでおり，それに伴って機器の内部スイッチング電源回路も，低消費電力化，高密度化，多出力化が要求されている。これらの要求に対応して，CMOS アナログ技術を適用した 6 チャネル出力の DC-DC コンバータ制御用 1 チップ IC を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　CMOS アナログ技術による低消費電流（4 mA）

(2)　広い入力電源電圧範囲（2.5 ～ 18 V）

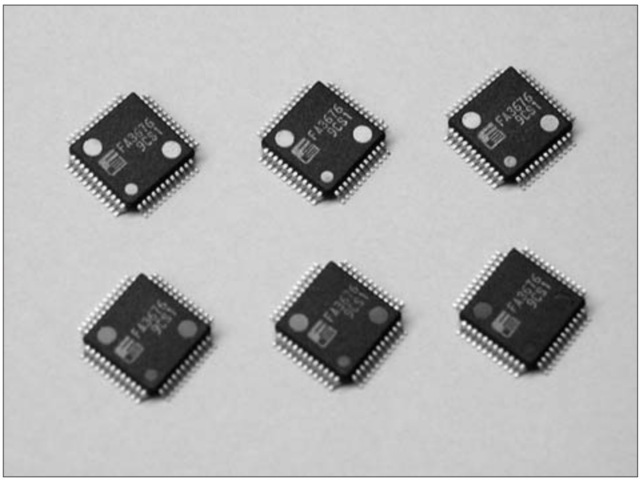
(3)　６チャネル出力（降圧形× 5，降圧または昇圧切換× １）

(4)　降圧形のうち 2 チャネルは同期整流方式に対応

(5)　スタンバイ機能付き（スタンバイ電流 12 μA）

(6)　LQFP-48 ピンパッケージ

図２　6 チャネルスイッチング電源用制御 IC



3　USB 電源制御 IC

パソコンとキーボード，プリンタなどの周辺機器をつなぐ新しいインタフェース規格である USB（Universal Serial Bus）が，取扱いやすさの利点を生かして急速に普及が進んでいる。USB 規格に準拠する周辺機器への給電機能を集積した USB 電源制御 IC を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　２チャネル出力　低オン抵抗 p チャネル MOSFET 内蔵（100 mΩ，500 mA）。

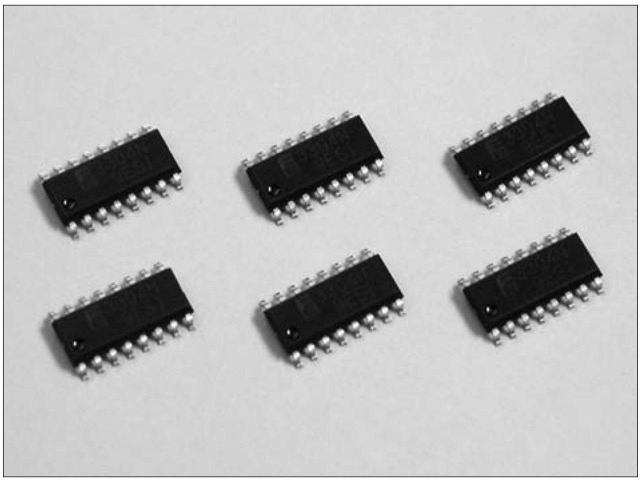
(2)　過電流検出回路内蔵，過負荷時の電流制限機能・突入電流の検出防止機能付き。

(3)　ヒステリシス特性を持つ低電圧ロックアウト機能。

(4)　過熱保護回路内蔵。

(5)　SOP-16 ピンパッケージ。

図３　USB 電源制御 IC（SOP-16 の外形）



IC

4　超小形オートフォーカスモジュールの系列化

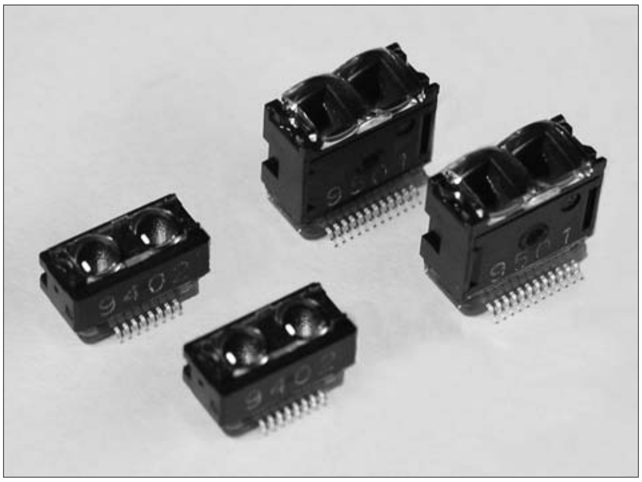
近年，銀塩カメラにおいては，APS フィルムの普及により，高ズーム化，小形化がますます進んでいる。

これらの要求に対応するため，センサピッチの 12 μm 化およびレンズ材料の改良により，測距精度向上を図ったオートフォーカスモジュール 2 機種を開発した。いずれもパッシブ方式の CMOS センサでアナログセンサデータを出力するタイプである。

FM6255AT42 は，既存機種 FM625T40 のレンズ材料を改良し測距精度を改善した機種である。

また，FM6256T36 は，従来の 2 ～ 3 倍ズーム用のセンサの外形サイズで 3 倍超ズームカメラに対応する機種であり，外形寸法は，13.6 × 6.7 × 13.4（mm）である。

図４　系列化した超小形オートフォーカスモジュール

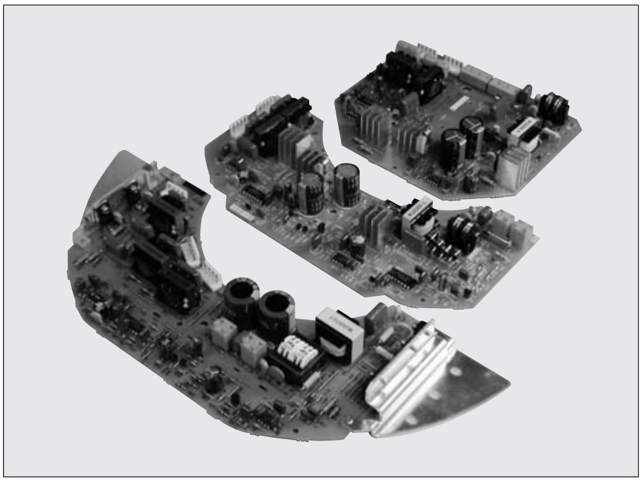


5　高調波対応電子バラスト

照明装置の電子安定器（電子バラスト）化は，ちらつきが少なく，明るさも従来（磁気式安定器）より約 20 %向上するなどのメリットが評価され，使用が拡大している反面，家電製品のスイッチング電源化と同様に高調波ひずみによる商用電力系統への障害が懸念され，「家電・汎用品高調波抑制対策ガイドライン」により入力高調波電流が規制されている。

このたび，このガイドラインの照明器具高調波規制限度値（クラス C）をクリアする，サークライン形蛍光管を使用した出力 60 ～ 102 W の家庭用照明器具に搭載可能な電子バラストを開発した。72 W 照明器具用電子バラストの主な仕様は，①消費電力：85 W，②力率：0.99，③エネルギー消費効率：81 lm/W，④外形：90 × 227 × 35（mm）などである。

図５　高調波対応電子バラスト（102 W，72 W，60 W）



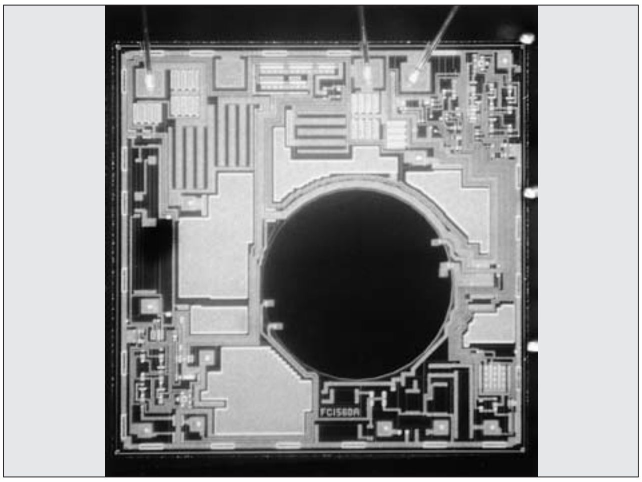
6　EMI 対策内蔵形圧力センサ

富士電機は圧力センシング部，信号処理回路に加え，EMI（電磁干渉）対策用ローパスフィルタを 1 チップ上に搭載した圧力センサを開発した。この圧力センサは自動車用として不可欠である EMI 対策を半導体チップ上に内蔵させたことにより，貫通コンデンサ，インダクタなどの外付け部品および接続のための基板を省略できるようにしたものであり，以下のような利点を有する。

(1)　電界強度 50 ～ 100 V/m，周波数 1 MHz ～ 1 GHz のノイズ環境でも，正常動作が可能である。

(2)　半導体チップ，ガラススペーサとケース（樹脂）のみでセンサを構成することができ，小形軽量で低コストの圧力センサが実現可能である。チップサイズ 3.5 mm□，質量 2.2 g（SIL パッケージ）である。

図６　EMI 対策内蔵形圧力センサチップ



パワー半導体

1　TO-247 パッケージパワー MOSFET

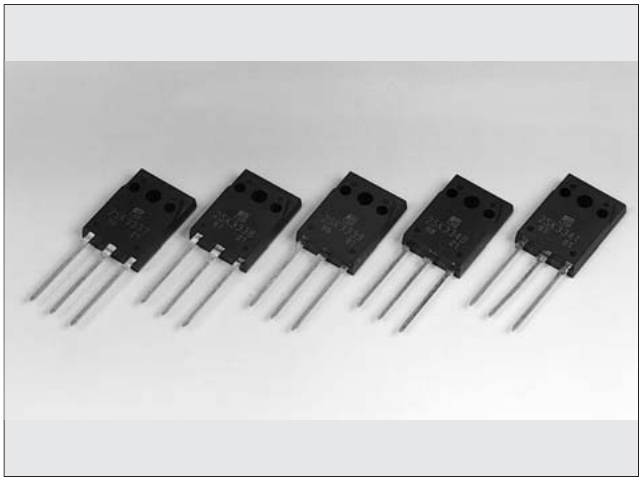
ネットワーク用大形サーバおよび携帯電話用基地局などに使用される 300 W 以上の大容量のスイッチング電源用として，北米・欧州の標準規格である JEDEC TO-247 パッケージに準拠した高耐圧・低オン抵抗特性のパワー MOSFET を開発した。

従来の EIAJ SC-65 パッケージ（TO-3P パッケージ）とほぼ同一な外形形状にて，チップ搭載エリアの拡大などを行い，最大 400 W の許容損失と 0.2 Ωの低オン抵抗特性を実現している。

代表機種の特性は，次のとおりである。

○ 2SK3337-01（1,000 V/2.0 Ω/7 A）
○ 2SK3339-01（500 V/0.2 Ω/27 A）
○ 2SK3340-01（400 V/0.2 Ω/23 A）

図7　TO-247 パッケージ準拠のパワー MOSFET



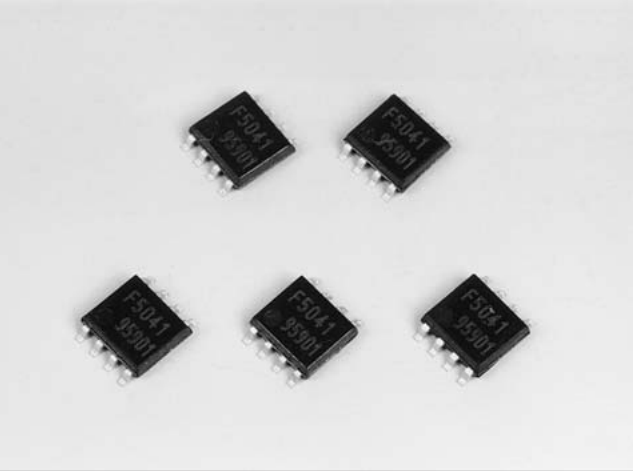
2　SOP-8 パッケージ高機能 MOSFET

➔関連論文：富士時報 1999.3 p.168-171

自動車電装システムの大規模化に伴う，半導体の小形・薄形化要求に対応するため，従来システム側にて付加していた半導体を負荷短絡状態から保護するための保護回路と，パワーデバイスを 1 チップ化した高機能 MOSFET F5041 を開発した。本素子はパッケージに，この種のインテリジェントパワーデバイスとしてはいち早く SOP-8 パッケージを採用し，さらなるシステムの小形・薄形化を可能とした。また，従来品に対しゲート逆バイアス（－1.5 V）時の IDSS<12 μA 化を可能とした。定格および上記以外の主な特徴は次のとおりである。

(1)　定格： 40 V，1 A，0.6 Ω（2 チャネル品）
(2)　自己保護機能（短絡・過熱保護，サージ電圧に対する保護回路：ダイナミッククランプ回路）内蔵

図8　高機能 MOSFET F5041

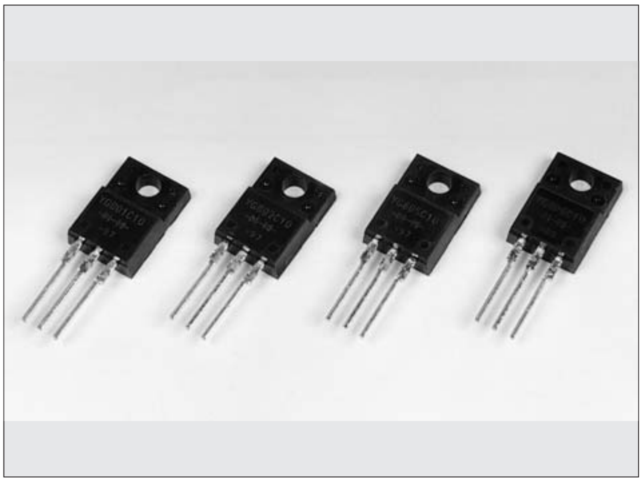


3　100 V ショットキーバリヤダイオード

現在の電子機器は，小形・低消費電力化を図るため，スイッチング電源の小形・高効率化を進めている。このスイッチング電源の高出力電圧部（12 V クラス）には，従来 LLD（超高速低損失ダイオード）が主に使用されているが，さらなる低損失低消費電力化のために，高耐圧かつ低順電圧（V_F）のショットキーバリヤダイオードの要求が高くなっている。富士電機では，従来の 30 ～ 90 V ショットキーバリヤダイオード系列に，新たに高出力電圧対応の高耐圧ショットキーバリヤダイオードを開発，製品化した。主な特長は次のとおりである。

(1)　ピーク繰返し逆電圧： V_{RRM} ＝ 100 V
(2)　順電圧　　　　　　： V_F ＝ 0.80 V
(3)　出力電流　　　　　： I_O ＝ 5 ～ 30 A

図9　100 V ショットキーバリヤダイオード



パワー半導体

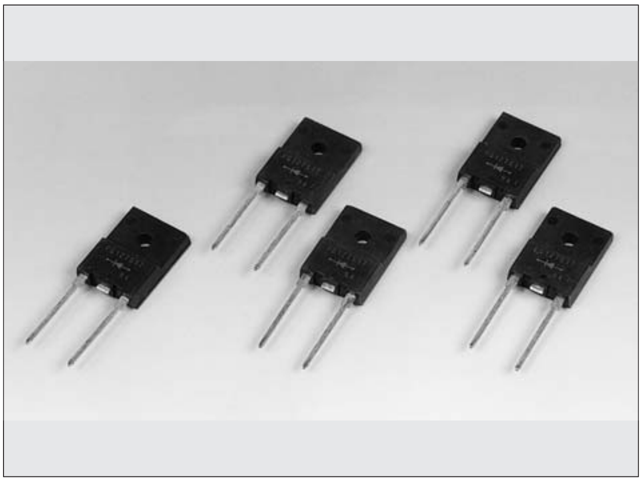
4　1,700 V ダンパダイオード

CRT を使用したディスプレイモニタは，パソコンや CAD の高性能化・高機能化により，大画面化・高解像度化が要求されている。これらの要求に対し，水平偏向周波数の高周波化・水平偏向電圧の高電圧化が進められている。

富士電機では，これらのディスプレイモニタの技術動向に対し，このたび新たに駆動周波数 120 kHz 対応の高耐圧 1,700 V ダンパダイオードを開発・シリーズ化した。主な定格は次のとおりである。

(1)　ピーク繰返し逆電圧：V_{RRM} = 1,700 V
(2)　出力電流　　　　　：I_O = 10 A
(3)　順電圧　　　　　　：V_F = 2.7 V
(4)　逆回復時間　　　　：t_{rr} = 0.5 μs

図10　1,700V ダンパダイオード



5　電子レンジ用高圧ダイオード

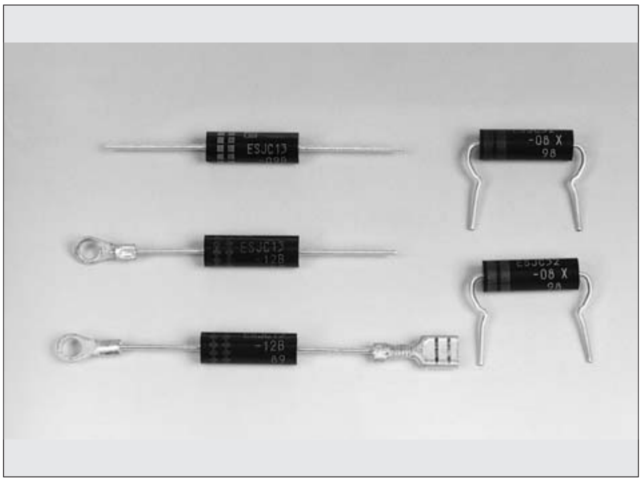
関連論文：富士時報 1998.6 p.316-323

最近の電子レンジ高圧電源の高出力化に対応すべく，新規チップ設計にて低損失で高許容電流，さらに高サージ耐量の高圧ダイオード ESJC13-09B，ESJC13-12B を開発した。また，高機能で低消費電力，セットの小形化を図った高周波インバータ電源の電子レンジの普及が近年著しく，新たにこのような市場動向にこたえるべく高周波高電流駆動で低損失の高圧ダイオード ESJC32-08X を開発した。定格および特性は次のとおりである。

(1)　ESJC13-09B ：　9 kV，450 mA
(2)　ESJC13-12B ：12 kV，350 mA
(3)　ESJC32-08X ：7.5 kV，350 mA
　　　　　　　　　逆回復時間　150 ns

外形：φ 7.5 × 22（mm）

図11　電子レンジ用高圧ダイオード



6　1,400 V 第四世代 IGBT モジュール

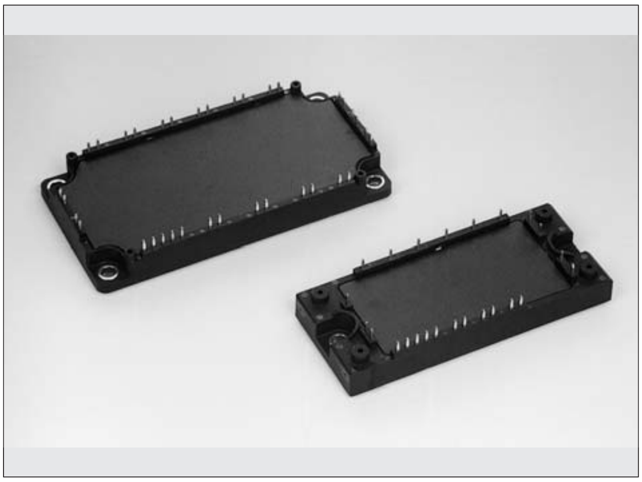
関連論文：富士時報 1999.3 p.191-194

インバータなどの電力変換装置の小形化，低損失化，高周波化に対し，大幅に損失を低減した第四世代 IGBT モジュールを 1,200 V まで系列化し，このたびさらに 1,400 V 系列を開発した。パッケージは 600 V および 1,200 V 系列と同様に，コンパクトかつプリント板にはんだ付けが容易なピン端子タイプのパッケージで系列化した。これにより 11 kW クラスまでのインバータ容量に対し，AC 入力 200 V から 575 V まで設計の共通化が可能となる。

製品系列および主な特性は次のとおりである。

(1)　豊富な製品系列
パワー集積モジュール（電流定格：10 ～ 50 A）
６個組モジュール（電流定格：35 ～ 100 A）
(2)　$V_{CE(sat)}$ = 2.3 V，t_f = 0.08 μs（ともに代表値）

図12　1,400 V 第四世代 IGBT モジュール



流通機器

自動販売機

フードサービス用機器

店舗用機器

通貨関連機器

展　望

自動販売機（自販機）を主体とする富士電機の業務用流通機器は，国内市場を中心に取り組んでいるが，市場の成熟化や大幅な低価格要請などに直面し，販売競争がますます激化する厳しい状況下で1999年は推移した。

主体を占める飲料・食品自販機は1994年（1～12月）を底とし，1995年から対前年を上回る状況が1998年まで継続した。1998年（1～12月）の業界総出荷台数は 47.1 万台で対前年比 111 %となり，1989年のピークに対し 92 %まで回復してきた。同金額比では低価格化の影響を受け微増の結果となっている。そして，1999年前半（1～6 月）の業界総出荷台数は前年並みとなっており，４年間続いた成長に陰りが見え始めている。

このような厳しい市況が続く自販機業界にあって，富士電機は1999年の新商品開発の主要課題として，①自販機のロケーション先の維持や新規拡大に貢献できる，②自販機のオペレーションコストを含むトータルコストに貢献できる，③環境調和や社会ニーズにこたえられる，などに引き続き取り組み，さらにレベルアップを図った。以下に特徴的なものについて概要を紹介する。

瓶・缶自販機においては 500 mL ペットボトル飲料の市場での急激な販売拡大に対応した新シリーズを開発した。この開発においては，ペットボトル飲料の販売可能なコラム数を増やす取組みとともに，ペットボトル飲料の専用機などの機種拡大を図った。そのほか1999年度も従来からの継続した取組みである「製品アセスメント」を積極的に推進し，省エネルギー，低騒音化，軽量化などを強化するとともに，清掃性の改良，部品の種類や点数の削減など，サービス・メンテナンス性も向上させた。また，ますます増加する自販機へのいたずらや盗難に対し構造のさらなる強化とともに偽貨対策を施こしたコインメカニズムの搭載などの新防盗方式の採用を図った。

インドアロケーションを目的とした自販機である「インテリアシリーズ」はデザイン，機能を一新した「アーバンシリーズ機」を開発した。屋内空間にマッチした新デザインのほか，自販機表面のパネルを着脱可能とし設置場所のカラープランに容易に合わせられる特徴を持たせた。また本機は，インドアはもちろんアウトドアへの設置も可能であり，環境保護，景観調和にも適した製品である。

カップ自販機では，業界全体を復活させるために，カップ自販機の新しい方向を示す「カップミキシング機」の市場展開を行った。また，「ミキシングボール機」においては，デザインおよび内部レイアウトの一新を行い操作性・衛生性の向上を図った新機構を搭載し，各種ロケーションに対応した機種バラエティーの充実を行った。

清涼飲料ディスペンサや生ビールディスペンサをはじめとする飲料を中心としたフードサービス機器の商品開発も積極的に行っている。新飲料に対応する特徴的な新商品として，フローズン飲料ディスペンサや１台のディスペンサで生ビール，酎（ちゅう）ハイ，ウイスキーの水割りおよび清涼飲料が販売できるマルチリカーディスペンサ，そして衛生性をより重視した瞬間冷却式新形自動給茶機などを開発した。

コールドチェーン用機器のショーケースは，富士トータル制御システム「エコマックス V」が，平成10年度「省エネ大賞」省エネルギーセンター会長賞を受賞し，技術力の評価と省エネルギーへの貢献を果たしている。

新市場向けとしては，薬事法改正に対応した「栄養ドリンク用ショーケース」を開発し，市場変化に対応した製品を展開した。

特機分野では，スキーゲートシステムを中心としたカードシステム機器，機能水応用製品，冷凍技術応用製品，新分野自販機関連製品の拡大を図っている。今後，将来に向けた新事業開拓・新製品開発を積極的に推進していく。

通貨関連機器では，自販機関連で大きな問題となっている変造貨対策を推進するとともに，新分野として注力している流通市場におけるレジ業務のスピードアップや現金管理向上のニーズにこたえて薄形を特徴とした釣銭払出機の展開を開始した。

以上，関連市場の動向と新商品の開発状況を中心に紹介したが，富士電機では「人と環境にやさしい商品作り」になお一層の努力を傾ける所存である。

自動販売機

1　ポイントカード対応缶自動販売機

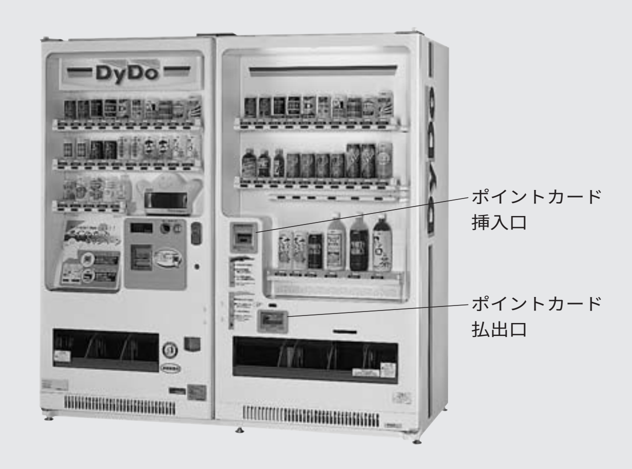
➲関連論文：富士時報 1999.8 p.455-456

飲料メーカーにとって，ロケーションの獲得や集客力のアップなどの強力な販売ツールになるよう，「ポイントカード対応缶自動販売機」の開発に取り組んだ。

自動販売機に「ポイントカード」が使用できる装置を搭載したことにより，固定客が増加し，飲料の売上げ増加に寄与することができた。また，ポイントカードの発券装置も自動販売機に搭載したことにより，いつでもポイントカードをお客様に配ることができ，ポイントカードの普及への貢献と，満点カードで景品と交換できるキャンペーンが自動販売機を介して行えるなど，飲料メーカーからも好評を博している。

今後は，ビルバリデータ（紙幣識別機）との一体形を小形自動販売機にも搭載し，ポイントカード対応機の拡大を図っていく。

図１　ポイントカード対応缶自動販売機



2　汎用自動販売機

➲関連論文：富士時報 1999.8 p.437-441

従来の自動販売機の販売商品は，缶，紙パック，ペットボトルの飲料が主体であった。近年，市場では飲料以外の食品，雑貨などの異形商品の販売要求が強まってきたことから，今回販売機構を一新し，販売商品の多様化に対応可能な汎用自動販売機を開発した。

主な特長は次のとおりである。

(1)　不安定な異形商品に対応したスパイラルラックを搭載。

(2)　販売機構は，商品をラックから取出口へやさしく搬送するキャッチャシステムとし，デザート商品の中身崩れを防止。

(3)　寸法・形状の異なる商品をラックに内蔵したアタッチメント対応で販売商品の種類拡大。

(4)　大形 LED（Light Emitting Diode）表示器による集客力向上。

図２　汎用自動販売機正面

3　500 mL ペットボトル専用自動販売機

➲関連論文：富士時報 1999.8 p.417-421

市場で 500 mL ペットボトルが著しい伸びを示しており，商品も多種多様化し増加しているため，自動販売機での販売要求が高まり，「500 mL ペットボトル専用自動販売機」の開発に取り組んだ。

開発コンセプトは，500 mL ペットボトルが販売できない既存機に併設できるように，500 mL ペットボトル専用で幅狭の少セレクション機とした。また，容器も丸形・角形があるため，共用で販売可能なサーペンタイン式ラックの開発により，多種多様な商品にも対応したほか，潤滑鋼板を採用して実現した低角度シュータによる収容数アップや，DC モータ採用による省エネルギーなどの新機能を盛り込んだ，ペットボトル専用機のシリーズ化を行い，飲料メーカーからも高い評価を得ている。

図３　500 mL ペットボトル専用自動販売機

自動販売機

4　カップ自動販売機シリーズ（99年機）

市場ニーズである集客力向上，オペレーション効率向上，省エネルギー対応などを図ったカップ自動販売機の新シリーズを開発した。デザインと庫内レイアウトをフルモデルチェンジし，新たにBIB（Bag In Box）機，フレーバカード機などの新機種開発によりシリーズ機の充実を図っている。主な特長は次のとおりである。

(1)　販売チャンスを逃さないビルバリデータ（紙幣識別機）とカードリーダを搭載して，現金とカードを使えるようにした集客力のある扉デザイン。
(2)　ワンタッチで簡単着脱可能新形ミキシングボール搭載。
(3)　紙フィルタの正面ローディングが可能な新形コーヒーブリュアの搭載。
(4)　各種機器の庫内温度制御・時間制御による省エネルギー運転モード対応。

図4　カップ自動販売機（99年機）

5　アタッチメントレスラック搭載ペーパーパック自動販売機

ペーパーパック自動販売機の90％以上が屋内設置という状況のなかで，設置性・操作性の向上を狙いとして新シリーズを開発した。ペーパーパック自動販売機は30種類に及ぶ商品を販売することから，各商品を販売するためのアタッチメントを数多く必要としたが，このアタッチメントの設定をすべてなくしたアタッチメントレス直積ラックを搭載した新シリーズを業界で初めて量産化した。主な特長は次のとおりである。

(1)　商品変更時にラック側板を可動とすることにより，アタッチメントを不要とした直積ラックの搭載。
(2)　本体箱構造の改良により箱幅を7cm減少。
(3)　従来機との比較において10％の省エネルギーを達成。
(4)　プラスチックチェーンの採用による商品搬送音の低減。

図5　アタッチメントレスラック搭載ペーパーパック自動販売機

6　自動販売機用SS無線モデム

➡関連論文：富士時報 1999.8 p.446-449

自動販売機の情報収集システムや電子マネーシステムを導入する際に必要なネットワークの通信手段として，安価なものが求められている。今回，駅構内やビル，パーキングエリアなど自動販売機が比較的集中して設置されているロケーション向けに，配線工事や通信費などのランニングコストがかからないネットワーク構築が可能なSS（Spread Spectrum）無線モデムを開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　任意のSS無線モデム間でデータを高速に中継しながらパケット転送を行う。
(2)　回線障害やSS無線モデムの故障時にも最適な中継ルートを自動選択するため信頼性の高い交信が可能である。
(3)　大規模システムにも適応することが可能である。

図6　自動販売機用SS無線モデム

フードサービス用機器

1　定量注出生ビールディスペンサ

関連論文：富士時報 1999.8 p.463-466

生ビールや発泡酒では，発泡量を抑えより安定的に定量注出することが大きな課題であった。そのため生ビールの発泡メカニズムの解析を行い，注出バルブおよびビール注出方式の最適化を図り，注出時に発泡量の少ないビールディスペンサを開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　ビールの流れを乱さない形状で，液と泡を分岐したバルブの開発により，安定した注出ができる。

(2)　泡の後だれがジョッキに入らないジョッキ受台駆動の開発により，安定した注出ができる。

(3)　ボタン操作の洗浄機能や注出バルブを着脱構造にすることで，簡単に洗浄ができる。

(4)　つぎ足し機能やコピー機能により，注出量の設定が簡単にできる。

図7　定量注出生ビールディスペンサ

店舗用機器

1　冷凍機内蔵形栄養ドリンク用ショーケース

薬事法の改正により，栄養ドリンク剤の一部が一般小売店においても販売可能となった。これを受け，スーパーマーケット，コンビニエンスストア向けに，ドリンク剤用ショーケースを開発し，４機種の市場投入を図った。

主な特長は次のとおりである。

(1)　キャノピーレス構造，背面傾斜構造，全面ガラス側板により，陳列商品の展示性と演出性を大幅に向上した。

(2)　スポット設置の容易な冷凍機内蔵形とし，マイコン制御により運転制御と警報機能を充実した。

(3)　棚にスライド機構を装備し，商品の補充作業の容易化と清掃性の向上を図った。

(4)　ドレン水の自動蒸発機構を装備して，日常のタンクによる排水作業をなくし，取扱い性を向上した。

図8　冷凍機内蔵形栄養ドリンク用ショーケース

2　キャノピーレスセミ多段ショーケース

スーパーマーケットでは，売上げ増を図るべく商品の最適な陳列方法を常に追求している。そこで，陳列商品をより見やすくするため，上部のキャノピー部の奥行を短くして，商品の展示性と演出性を向上させたキャノピーレスセミ多段ショーケースを開発した。主な特長は次のとおりである。

(1)　キャノピー部を短くして，上方からの視線を確保し，商品を見やすく，取りやすくした。

(2)　全高４種類，全長４種類の標準サイズを設定し，商品のボリュームに合わせて選択を可能とした。

(3)　キャノピーレスの構造上，エアカーテンでの冷却効果が低下するのでそれを補うため，エアカーテンの風量・風向，背面吹出し量などをバランスさせ，冷気の滞留効果を利用して冷却性能を確保する新構造を開発した。

図9　キャノピーレスセミ多段ショーケース

通貨関連機器

1　ビル＆カード一体形ビルバリデータ

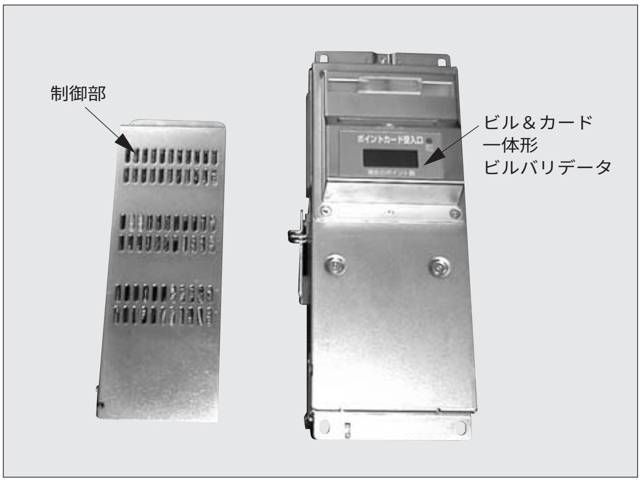
➲関連論文：富士時報 1999.8 p.455-456

自動販売機の他社との差別化として，自動販売機にポイントカードを導入することで，固定顧客を確保し，中身商品の売上げ増を図るアイデアが提案されている。富士電機では，その重要装置であるポイントカードリーダライタの機能を一体化したビルバリデータ（紙幣識別機）の開発を行った。

主な特長は次のとおりである。

(1)　千円紙幣および PET（ポリエチレンテレフタレート樹脂）カードの使用が可能
(2)　千円紙幣収納枚数： 100 枚
(3)　使用可能カード： PET カード（JIS-Ⅱサイズ）
(4)　７セグメント表示器によるポイント数の表示が可能
(5)　パンチ穴による満点ポイント数の表示が可能
(6)　ポイントカード発行機能内蔵

図 10　ビル＆カード一体形ビルバリデータ



2　ガソリンスタンド向け自動釣銭機（ECS03）

ガソリンスタンドでの現金管理を行う自動釣銭機として硬貨用，紙幣用の 2 機種を販売してきたが，今回小形ながら硬貨と紙幣の両方が使える新形の自動釣銭機（ECS03）を開発した。

主な特長は次のとおりである。

(1)　紙幣・硬貨とも一括投入が可能
(2)　優れた識別性能
(3)　全金種リサイクル可能な紙幣混合収納庫により，小形化を実現
(4)　スピーディな入出金処理
　入金：紙幣　2 枚/秒，硬貨　6 枚/秒
　出金：紙幣　4 枚/秒，硬貨　999 円/3 秒
(5)　業界最小寸法　W500 × D540 × H200（mm）
　（容積：当社従来機比　57 %）

図 11　ガソリンスタンド向け自動釣銭機（ECS03）

3　薄形両替機（EXR6000）

この両替機は，パチンコホール向け両替機として今回フルモデルチェンジしたものである。

硬貨リフタ内蔵でありながら，コンパクトな構造と両替専用のコントローラを新規に開発することで機能の充実を図った。また，スタイルもホールへの調和を考えたシンプルなデザインに一新した。

主な特長は次のとおりである。

(1)　硬貨リフタを内蔵することで，従来のリフタ外付けタイプに対し軽量化と約 25 %の薄形化を実現した。
(2)　硬貨回収にタイマを採用することで，自動回収を可能とし，閉店時の省力化を図った。
(3)　ネットワーク通信の対応を可能とし，売上げ運用管理の一元化を図った。

図 12　薄形両替機（EXR6000）

技術業績の表彰・受賞一覧（1999年）順不同

●（財）省エネルギーセンター（省エネ大賞・会長賞）

「富士トータル制御システム『エコマックス V』」
富士電機（株）

●通商産業省（通商産業大臣表彰）

原子力発電実務功労者表彰
東京システム製作所　芳村　文雄

●（社）計測自動制御学会（武田賞）

「H∞制御理論を用いた世界最長の炭坑巻上げ制御システムの開発」
（株）富士電機総合研究所　佐藤　昭二
〔東海大学，東京工業大学，千葉大学と共同〕

●（財）電気科学技術奨励会（第47回オーム技術賞）

「2.5 kV − 1.8 kA 平型 IGBT の開発と量産化」
松本工場　高橋　良和
松本工場　早乙女　全紀
（株）富士電機総合研究所　古閑　丈晴

●（社）低温工学協会（大山記念論文賞）

「液体窒素冷却 500 kVA 酸化物超伝導変圧器の開発」
火力・原子力事業部　今野　雅行
変電システム製作所　大久保　堅司
（株）富士電機総合研究所　能瀬　真一
（株）富士電機総合研究所　笠川　勇介
（株）富士電機総合研究所　保川　幸雄

●（社）電気学会

電気学術振興賞　進歩賞
「700 系新幹線電車における大容量 IGBT 適用主回路システムの実用化」
神戸工場　澤村　信雄
〔東海旅客鉄道（株），（株）東芝，（株）日立製作所，三菱電機（株）と共同〕

「回転機系分散型電源用系統連系保護装置の開発」
（株）富士電機総合研究所　中沢　親志
〔東京電力（株），（財）電力中央研究所，（株）明電舎と共同〕

電気学術振興賞　論文賞
「電力変換装置から放射される電磁ノイズの解析と低減方法」
（株）富士電機総合研究所　五十嵐　征輝
（株）富士電機総合研究所　滝沢　聡毅
（株）富士電機総合研究所　黒木　一男
〔東京都立大学と共同〕

優秀論文発表賞　全国大会（平成10年度）
「零ベクトルを用いた新形単相－三相高力率変換回路」
（株）富士電機総合研究所　伊東　淳一
「三相直列チョッパを用いた三相高力率コンバータ」
（株）富士電機総合研究所　伊東　淳一
「交流チョッパ技術に基づく PWM 制御交流電源とその適用」
（株）富士電機総合研究所　大熊　康浩

●（社）日本電機工業会・技術功績者表彰（第48回）

発達賞
「光フィールドバス機器の開発」
東京システム製作所　田附　敏彦
（株）富士電機総合研究所　神崎　昇

「1 サイクル真空遮断装置の完成」
変電システム事業部　腰　一昭
（株）富士電機総合研究所　磯崎　優
「フローズンディスペンサの開発」
三重工場　長崎　正
三重工場　竹中　勝巳
「核融合装置向超伝導送電システムの開発」
火力・原子力事業部　樋上　久彰
変電システム製作所　鈴木　芳男
「ディジタル形保護 Ry の試験自動化」
富士電エンジ（株）　梶原　浩行
富士電エンジ（株）　上野　龍一

●関東電気協会

優秀賞
「レーザ加工装置」
東京システム製作所　新妻　正行
「誘導電動機の可変速制御装置」
東京システム製作所　橋井　眞
「電子的負荷装置」
機器事業部　富沢　敬一
（株）富士電機総合研究所　中西　要祐
「入力絶縁回路」
（株）富士電機総合研究所　川田　信哉

●（社）発明協会・関東地方発明表彰

発明奨励賞
「バイオセンサによる水質異常監視技術」
（株）富士電機総合研究所　田中　良春
（株）富士電機総合研究所　星川　寛
「プログラマブルコントローラにおけるシステム構築方法」
電機システムカンパニー　技術開発室　渡辺　哲仁
「光伝送測定装置」
富士電機インスツルメンツ（株）　鍋田　栄一
「直流無停電電源装置」
（株）富士電機総合研究所　黒木　一男
神戸工場　谷津　誠
「単相単巻変圧器」
変電システム製作所　大久保　堅司
「端子装置」
吹上工場　古川　国幸
吹上工場　広田　耕人
吹上工場　大岳　成明
「熱型過負荷継電器」
機器事業部　千田　文雄
（株）富士電機情報サービス　秋池　勝美
「MOS 型半導体装置」
松本工場　藤平　龍彦

●（社）発明協会・中部地方発明表彰

発明奨励賞
「自動販売機の押ボタン対応設定装置」
三重工場　杉野　一彦
「インバータ装置」
鈴鹿工場　今村　一彦
「自動販売機の商品収納ラックおよびその組立方法」
三重工場　萩野　憲三

富士時報　VOL.73 NO.1 2000（技術成果と展望）掲載項目一覧

新しい年を迎えて 2

ハイライト 99 4

トータル物流ソリューション
オープン統合化分散監視制御システム「MICREX-AX」
光学的磁気ディスク媒体検査装置
高圧 IGBT インバータの系列拡大
電源開発（株）橘湾火力発電所納入 510 kV 1,100 MVA 主変圧器
高性能ベクトル制御インバータ「FRENIC 5000VG7 シリーズ」
統合コントローラ「MICREX-SX」による機械制御システム
10 G ビット/in² の高記録密度磁気ディスク媒体
電源用インテリジェントデバイス「M-POWER」
樽生カップベンダ（FSCB-100）
アーバンシリーズ自動販売機
鉛フリーはんだ

研究・基盤技術

展　望 …… 10

電子デバイス・材料 …… 11

1 SiC デバイスの基礎技術
2 有機発光素子
3 電源の小形化技術

オプトエレクトロニクス・メカトロニクス …… 12

1 自動車用距離センサ
2 超音波音場解析技術
3 平形パワー半導体素子の冷却技術

パワーエレクトロニクス …… 13

1 高入力力率・高調波低減可変速駆動用回路
2 低速大トルク電動機
3 適応制御形アクティブフィルタ
4 平形 IGBT の適用技術
5 昇降圧形直接変換回路
6 ブラシレス DC モータ用高効率変換回路

環　境 …… 15

1 膜利用型高度浄水システム
2 トリハロメタン生成能計による水質汚濁監視技術
3 プラズマによる樹脂の灰化減容処理技術

新エネルギー …… 16

1 太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム
2 100 kW 燃料電池発電装置〔商品機（FP-100E）：ホテル設置〕
3 水素発生装置

電力機器 …… 17

1 真空バルブの系列化
2 新系列 2 極空気冷却タービン発電機の技術開発
3 高圧インバータ対応電動機の絶縁技術

基　盤 …… 18

1 ゲート酸化膜の信頼性評価技術
2 磁気ディスク媒体上潤滑剤分布の高分解能評価
3 紙の運動解析シミュレーション

生産技術 …… 19

1 製品革新をめざしたマイクロマシニング技術
2 レーザ流れ可視化技術
3 微細ピッチ対応フリップチップ実装技術

電力・エネルギー

展　望 …… 20

火　力 …… 21

1 電源開発（株）磯子火力発電所新 1 号機の建設
2 FP-1 プロジェクトの現状
3 （株）神戸製鋼所加古川製鉄所 58 MW IPP 発電設備
4 住友重機械工業（株）経由太平洋セメント（株）糸魚川発電所新設工事
5 ACC 発電および石炭火力用大容量昇圧変圧器
6 インド・バクレシュワール火力発電所特別高圧電気設備

水　力 …… 23

1 インド・アッパーインドラバッチ発電所向け 4 ×172 MW フランシス水車・発電機の運転開始
2 長野県大鹿第 2 発電所向け 5.2 MW 横軸ペルトン水車・発電機の運転開始
3 ベトナム・ダミ発電所向け 2 ×90 MW 立軸フランシス水車の据付け
4 立軸バルブ水車・発電機
5 中小水力発電所の運転開始
6 水力発電所群の集中監視制御システム

原子力 …… 25

1 燃料製造施設向け新保管搬送管理システムの製作
2 廃棄物処理技術の開発
3 原子炉廃止措置技術の開発
4 高温ガス炉の開発
5 超伝導応用機器

電力変電 …… 26

1 海外向け 525 kV 分路リアクトル
2 500 kV 分解輸送形変圧器
3 東北電力（株）諏訪変電所 72 kV 新縮小形ガス絶縁開閉装置
4 中部電力（株）碧南変電所 168 kV 縮小形ガス絶縁開閉装置

系統保護制御 …… 28

1 北陸電力（株）常願寺川水系ダム管理システム
2 山梨県企業局早川水系取水口監視制御装置
3 中部電力（株）負荷系変電所用 ITC-Ⅱ
4 電力分野向け新形テレメテレコンシステム
5 電源開発（株）向け水力発変電シミュレータ
6 超高圧（275 kV）変圧器保護装置

富士時報　VOL.73 NO.1 2000（技術成果と展望）掲載項目一覧

7 単体形ディジタルリレー
8 電気鉄道変電所用ディジタルリレー

配　電 …… 30
1 北陸電力(株)配電自動化バックアップ用パソコンシステム
2 東京電力(株)低圧自動検針システム用通信端末
3 配電情報共有化システム
4 大容量（250 A）電子式単独計器

放射線 …… 32
1 環境放射線 PR モニタ
2 個人被ばく管理システム
3 高感度ダストモニタ

産業用システム・機器

展　望 …… 33

パワーエレクトロニクス・電力変換 …… 34
1 東ソー(株)向け大容量ソーダ電解用サイリスタ整流装置
2 世界最大級アルミ電解用整流装置
3 アルミサッシ着色用最大級任意波形電源
4 高機能新レオナード装置 LEONIC-M600
5 鉄鋼ライン用高機能ベクトル制御インバータ
6 高調波レス PWM セルビウス

情報機器・システム …… 36
1 MICREX-SX 用ファジィ制御システム
2 MICREX-SX を適用したシヤーライン
3 新集中監視システム FORS-7000

回転機・可変速駆動システム …… 37
1 インテリジェントドライブシステム
2 高効率形大・中容量誘導電動機
3 中容量永久磁石電動機駆動システム
4 厚板精整設備
5 カラーコーティングライン
6 抄紙機設備
7 新系列大容量誘導電動機
8 シンガポール地下鉄向け車両用主電動機
9 トンネル排風機用誘導電動機

発変電システム …… 40
1 石油製油所向け大規模変電所
2 産業用多機能リレー
3 大規模風力発電用変電設備

電気加熱 …… 41
1 高周波誘導炉過昇温監視システム
2 無酸化雰囲気での出湯構造を持つ軸出湯誘導炉
3 廃棄物処理用誘導加熱式乾留装置

設備・機器 …… 42
1 新シリーズのミニ UPS「J シリーズ」
2 住宅用太陽光インバータ「PVHplus3.5」
3 産業用太陽光インバータ「PVIplus10」
4 半導体製造工場向けコージェネレーション設備
5 省エネルギー形クリーンルーム機器
6 大規模クリーンルームシステム

交通システム

展　望 …… 44

電気鉄道地上システム …… 45
1 西日本旅客鉄道(株)金沢総合指令所の電力指令システム
2 東京都交通局地下鉄12号線の受変電設備
3 多摩都市モノレール（株）日野変電所の受変電設備
4 日本鉄道建設公団埼玉高速鉄道線戸塚変電所の受変電設備
5 東武鉄道(株)大和田変電所の受変電設備
6 電気鉄道変電所用新形直流遮断器

鉄道車両システム …… 47
1 シンガポール地下鉄車両用 VVVF 駆動および補助電源システム
2 東日本旅客鉄道(株)新形寝台特急客車「カシオペア」用電源装置
3 直流電車用補助電源装置

公共・社会システム

展　望 …… 48

上下水道 …… 49
1 太陽エネルギー利用水源地水質保全システム
2 河川水質事故管理システム
3 広域水道情報管理システム
4 大規模水運用制御システム
5 浄水場向け有害物質流入緊急遮断システム
6 高度水質制御システム
7 ディジタルアクセス回線利用遠方監視制御システム
8 新形スクリーン表示装置
9 浄水設備向けポンプ用高圧ダイレクト VVVF

社会システム …… 52
1 日本道路公団向けトンネル用電気集じん設備ブロック化工法
2 視覚障害者用音声誘導装置
3 計算センター用大形無停電電源装置

環境システム …… 53
1 高効率・高濃度オゾン発生装置
2 ごみ熱分解燃焼溶融炉の計測制御システム
3 容器回収処理システム

富士時報　VOL.73 NO.1 2000（技術成果と展望）掲載項目一覧

情報通信・計測制御システム

展　望 …… 54

ソリューション …… 55

1 津波防災管理システム
2 施設情報管理システム
3 ラスパ OSAKA 向けキャッシュレスシステム
4 生産現場への NC 応用
5 カスタマーサービス
6 マーケティング分析支援システム
7 管路管理支援システム「管ナビ」
8 社会情報ソリューション
9 オフィスソリューション「NotesUSE ワークフローシステム」
10 水処理ソリューション――監視制御サービス
11 水処理ソリューション――水運用サービス
12 水処理ソリューション――業務支援サービス
13 電力ソリューション「Energy_MEISTER」
14 加工組立ソリューション「Factory_MEISTER」
15 プロセス生産ソリューション「Process_MEISTER」

コンピュータ・コントローラ・ネットワーク …… 60

1 マルチメディア遠隔表示システム
2 NC の機能強化（Windows 端末機能）
3 エコモニタリングシステム「EcoPASSION」
4 アドバンスト制御コントローラ ACS-2000
5 LONWORKS 対応コントローラ
6 制御用オープン LAN「FL-net」の適用
7 インテリジェントフィールドセンター（IFC）
8 小規模遠方監視制御装置 SAS-15
9 マルチメディア監視端末

計測・制御システム …… 63

1 エネルギーセンタの計測・制御システム
2 窯業プラントの計測・制御システム
3 製鋼設備の計測・制御システム
4 鉄鋼設備中小プラントの計測・制御システム
5 化学プラントの計測・制御システム
6 ガス設備の計測・制御システム
7 薬品プラントの計測・制御システム
8 食品プラントの計測・制御システム
9 空港給油プラントの計測・制御システム

計測機器 …… 66

1 新形電磁式水道メータ
2 ポータブル形超音波流量計
3 コンパクトコントローラ M ビューワ
4 赤外線ガス分析装置（5 成分測定）
5 自動車排気ガス測定器
6 光フィールドバスシステム用フィールド機器

ビジョン・レーザ …… 68

1 エコロジーマーキング「ドライライター 2000」
2 マイクロレーザ加工機 FAL-4000
3 薬品原末・細粒連続高速自動検査装置

システムコンポーネンツ

展　望 …… 69

プログラマブルコントローラ …… 70

1 MICREX-SX シリーズのオープンネットワーク接続機器
2 MICREX-SX シリーズの統合プログラミング支援システム
3 プログラマブル操作表示器 UG20 シリーズ

器　具 …… 71

1 電磁開閉器 NEO SC シリーズ
2 NEO SC シリーズ新形サーマルリレー
3 電子化機器保護用サーキットプロテクタの応用品
4 新形高圧真空電磁接触器 VMC・HN シリーズ
5 新形マルチリレー F-MPC60A
6 分電盤用電力監視ユニット F-MPC04P
7 車載用 DC-DC コンバータ
8 AS-i スレーブ（AS-i 対応機器）
9 コンパクトツインブレーカの機種拡充
10 ガスメータ用コントローラの機種拡充
11 円柱形近接スイッチ PE1・PE2 シリーズ
12 海外規格対応パワーフィルタ

回転機・可変速機器 …… 75

1 高性能コンパクト形インバータ FVR-E11 シリーズ
2 同期電動機駆動専用インバータ FVR-D シリーズ
3 マシンルームレスエレベータ用薄形インバータ
4 大容量電力変換器
5 FRENIC5000VG7 用 UPAC およびパソコンローダ
6 新形立体駐車装置用ギヤードモータ
7 一般産業用同期電動機シリーズ
8 FALDIC-α アンプの機種拡充
9 FALDIC-α モータの機種拡充

情報機器関連コンポーネント

展　望 …… 78

磁気ディスク媒体 …… 79

1 15 G バイト/枚の高記録密度磁気ディスク媒体
2 CVD-C 保護膜の量産化技術
3 15 G バイト/枚磁気ディスク媒体用低うねり基板

感光体 …… 80

1 高耐刷有機感光体
2 中高速プリンタ用正帯電有機感光体
3 電子写真用プロセスユニット

富士時報　VOL.73 NO.1 2000（技術成果と展望）掲載項目一覧

電子デバイス・半導体

展　望 ………… 81

IC ………… 82

1 軽負荷モード内蔵電源制御 IC
2 ６チャネル DC-DC コンバータ制御 IC
3 USB 電源制御 IC
4 超小形オートフォーカスモジュールの系列化
5 高調波対応電子バラスト
6 EMI 対策内蔵形圧力センサ

パワー半導体 ………… 84

1 TO-247 パッケージパワー MOSFET
2 SOP-8 パッケージ高機能 MOSFET
3 100 V ショットキーバリヤダイオード
4 1,700 V ダンパダイオード
5 電子レンジ用高圧ダイオード
6 1,400 V 第四世代 IGBT モジュール

流通機器

展　望 ………… 86

自動販売機 ………… 87

1 ポイントカード対応缶自動販売機
2 汎用自動販売機
3 500 mL ペットボトル専用自動販売機
4 カップ自動販売機シリーズ（99年機）
5 アタッチメントレスラック搭載ペーパーパック自動販売機
6 自動販売機用 SS 無線モデム

フードサービス用機器 ………… 89

1 定量注出生ビールディスペンサ

店舗用機器 ………… 89

1 冷凍機内蔵形栄養ドリンク用ショーケース
2 キャノピーレスセミ多段ショーケース

通貨関連機器 ………… 90

1 ビル＆カード一体形ビルバリデータ
2 ガソリンスタンド向け自動釣銭機（ECS03）
3 薄形両替機（EXR6000）

Vol. 73　No.1 に掲載の商標など

Ethernet	：米国 Xerox Corp. の登録商標
Windows NT	：米国 Microsoft Corp. の登録商標
Excel	：米国 Microsoft Corp. の製品名
LONWORKS	：米国 Echelon 社の登録商標
LON	：米国 Echelon 社の登録商標
Oracle	：米国 Oracle Corp. の登録商標
Sun	：米国 Sun Microsystems, Inc. の登録商標
Java	：米国 Sun Microsystems, Inc. の登録商標
Windows	：米国 Microsoft Corp. の登録商標
Word	：米国 Microsoft Corp. の製品名
Visual Basic	：米国 Microsoft Corp. の商標
MATLAB	：米国 The Math Works, Inc. の登録商標
UNIX	： X/Open Company Ltd. がライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標
Modbus	： Gould Modicon 社の登録商標
DOS/V	：日本アイ・ビー・エム(株)の商品名称

カンパニー別営業品目

電機システムカンパニー

水処理システム，情報・通信・制御システム，計測システム，電力システム，FA・物流システム，環境装置・システム，電動力応用システム，産業用電源システム，車両用電機品，クリーンルーム設備，レーザ機器，ビジョン機器，UPS，ミニ UPS，変電システム，火力機器，水力機器，原子力機器，放射線機器，電力量計，省エネルギーシステム，新エネルギーシステム

機器・制御カンパニー

PLC，POD，操作表示機器，FA センサなどの FA 制御機器，開閉機器，高低圧受配電機器，電力制御機器，モールド変圧器，ガス関連機器，インバータ，サーボシステム，回転機，回転機応用機器，上記構成の小システム

電子カンパニー

MOSFET，パワートランジスタ，スマートパワーデバイス，IGBT モジュール，整流ダイオード，電源用パワー IC，高耐圧 IC，オートフォーカス用 IC，圧力センサ，加速度センサ，ハイブリッド IC，磁気記録媒体，感光体およびその周辺装置

流通機器システムカンパニー

自動販売機，コインメカニズム，紙幣識別装置，貨幣処理システム，飲料ディスペンサ，自動給茶機，冷凍冷蔵ショーケース，ホテルベンダシステム，カードシステム

富 士 時 報	**第 73 巻 第 1 号**	平 成 11 年 12 月 30 日 印 刷 平 成 12 年 1 月 10 日 発 行 定価 525 円（本体 500 円・送料別）
編集兼発行人	谷 恭 夫	
発 行 所	富 士 電 機 株 式 会 社 技 術 企 画 室	〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目 11 番 2 号 （ゲートシティ大崎イーストタワー）
編 集 室	富士電機情報サービス株式会社内 「富士時報」編集室	〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目 30 番 3 号 （新宿コヤマビル） 電 話（03）5388 －7826 FAX（03）5388 －7369
印 刷 所	富士電機情報サービス株式会社	〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目 30 番 3 号 （新宿コヤマビル） 電 話（03）5388 －8241
発 売 元	株 式 会 社 オ ー ム 社	〒101-8460 東京都千代田区神田錦町三丁目 1 番地 電 話（03）3233 －0641 振替口座 東京 6－20018

© 2000 Fuji Electric Co., Ltd., Printed in Japan （禁無断転載）

富士電機株式会社

本社事務所	☎(03)5435-7111	〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目11番2号（ゲートシティ大崎イーストタワー）
北海道支社	☎(011)261-7231	〒060-0042 札幌市中央区大通西四丁目1番地（道銀ビル）
東北支社	☎(022)225-5351	〒980-0811 仙台市青葉区一番町一丁目2番25号（仙台NSビル）
北陸支社	☎(076)441-1231	〒930-0004 富山市桜橋通り3番1号（富山電気ビル）
中部支社	☎(052)204-0290	〒460-0003 名古屋市中区錦一丁目19番24号（名古屋第一ビル）
関西支社	☎(06)6455-3800	〒553-0002 大阪市福島区鷺洲一丁目11番19号（富士電機大阪ビル）
中国支社	☎(082)247-4231	〒730-0021 広島市中区胡町4番21号（朝日生命広島胡町ビル）
四国支社	☎(087)851-9101	〒760-0017 高松市番町一丁目6番8号（高松興銀ビル）
九州支社	☎(092)731-7111	〒810-0001 福岡市中央区天神二丁目12番1号（天神ビル）
北関東支店	☎(048)526-2200	〒360-0037 熊谷市筑波一丁目195番地（能見ビル）
首都圏北部支店	☎(048)657-1231	〒330-0802 大宮市宮町一丁目38番1号（野村不動産大宮共同ビル）
首都圏東部支店	☎(043)223-0701	〒260-0015 千葉市中央区富士見二丁目15番11号（日本生命千葉富士見ビル）
神奈川支店	☎(045)325-5611	〒220-0004 横浜市西区北幸二丁目8番4号（横浜西口KNビル）
新潟支店	☎(025)284-5314	〒950-0965 新潟市新光町16番地4（荏原新潟ビル）
長野システム支店	☎(026)228-6731	〒380-0836 長野市南県町1002番地（陽光エースビル）
長野支店	☎(0263)36-6740	〒390-0811 松本市中央四丁目5番35号（長野県鋳物会館）
東愛知支店	☎(0566)24-4031	〒448-0857 刈谷市大手町二丁目15番地（センターヒルOTE21）
兵庫支店	☎(078)325-8185	〒650-0033 神戸市中央区江戸町95番地（リクルート神戸ビル）
岡山支店	☎(086)227-7500	〒700-0826 岡山市磨屋町3番10号（住友生命岡山ニューシティビル）
山口支店	☎(0836)21-3177	〒755-8577 宇部市相生町8番1号（宇部興産ビル）
松山支店	☎(089)933-9100	〒790-0878 松山市勝山町一丁目19番地3（青木第一ビル）
道北営業所	☎(0166)68-2166	〒078-8801 旭川市緑が丘東一条四丁目1番19号（旭川リサーチパーク内）
北見営業所	☎(0157)22-5225	〒090-0831 北見市西富町163番地30
釧路営業所	☎(0154)22-4295	〒085-0032 釧路市新栄町8番13号
道東営業所	☎(0155)24-2416	〒080-0803 帯広市東三条南十丁目15番地
道南営業所	☎(0138)26-2366	〒040-0061 函館市海岸町5番18号
青森営業所	☎(0177)77-7802	〒030-0861 青森市長島二丁目25番3号（ニッセイ青森センタービル）
盛岡営業所	☎(019)654-1741	〒020-0034 盛岡市盛岡駅前通16番21号（住友生命盛岡駅前ビル）
秋田営業所	☎(018)824-3401	〒010-0962 秋田市八橋大畑一丁目5番16号
山形営業所	☎(023)641-2371	〒990-0057 山形市宮町一丁目10番12号
新庄営業所	☎(0233)23-1710	〒996-0001 新庄市五日町1324番地の6
福島営業所	☎(024)932-0879	〒963-8004 郡山市中町1番22号（郡山大同生命ビル）
いわき営業所	☎(0246)27-9595	〒973-8402 いわき市内郷御厩町二丁目29番地
水戸営業所	☎(029)231-3571	〒310-0805 水戸市中央二丁目8番8号（櫻井第2ビル）
茨城営業所	☎(029)266-2945	〒311-1307 茨城県東茨城郡大洗町桜道304番地（茨交大洗駅前ビル）
金沢営業所	☎(076)221-9228	〒920-0031 金沢市広岡一丁目１番18号（伊藤忠金沢ビル）
福井営業所	☎(0776)21-0605	〒910-0005 福井市大手二丁目7番15号（安田生命福井ビル）
山梨営業所	☎(055)222-4421	〒400-0858 甲府市相生一丁目1番21号（清田ビル）
松本営業所	☎(0263)33-9141	〒390-0811 松本市中央四丁目5番35号（長野県鋳物会館）
岐阜営業所	☎(058)251-7110	〒500-8868 岐阜市光明町三丁目1番地（太陽ビル）
静岡営業所	☎(054)251-9532	〒420-0053 静岡市弥勒二丁目5番28号（静岡荏原ビル）
浜松営業所	☎(053)458-0380	〒430-0945 浜松市池町116番地13（山崎電機ビル）
和歌山営業所	☎(073)432-5433	〒640-8052 和歌山市鷺ノ森堂前丁17番地
山陰営業所	☎(0852)21-9666	〒690-0007 松江市御手船場町549番地1号（安田火災松江ビル）
徳島営業所	☎(088)655-3533	〒770-0832 徳島市寺島本町東二丁目5番地1（元木ビル）
高知営業所	☎(088)824-8122	〒780-0870 高知市本町四丁目1番16号（高知電気ビル別館）
小倉営業所	☎(093)521-8084	〒802-0014 北九州市小倉北区砂津二丁目１番40号（富士電機小倉ビル）
長崎営業所	☎(095)827-4657	〒850-0037 長崎市金屋町7番12号
熊本営業所	☎(096)387-7351	〒862-0950 熊本市水前寺六丁目27番20号（神水恵比須ビル）
大分営業所	☎(097)537-3434	〒870-0036 大分市寿町5番20号
宮崎営業所	☎(0985)20-8178	〒880-0015 宮崎市大工二丁目27番地
南九州営業所	☎(099)224-8522	〒892-0846 鹿児島市加治屋町12番7号（日本生命鹿児島加治屋町ビル）
沖縄営業所	☎(098)862-8625	〒900-0005 那覇市天久1131番地11（ダイオキビル）
エネルギー製作所	☎(044)333-7111	〒210-9530 川崎市川崎区田辺新田1番1号
変電システム製作所	☎(0436)42-8111	〒290-8511 市原市八幡海岸通７番地
東京システム製作所	☎(042)583-6111	〒191-8502 日野市富士町1番地
神戸工場	☎(078)991-2111	〒651-2271 神戸市西区高塚台四丁目1番地の1
鈴鹿工場	☎(0593)83-8100	〒513-8633 鈴鹿市南玉垣町5520番地
回転機工場	☎(0593)83-8100	〒513-8633 鈴鹿市南玉垣町5520番地
松本工場	☎(0263)25-7111	〒390-0821 松本市筑摩四丁目18番1号
山梨工場	☎(055)285-6111	〒400-0222 山梨県中巨摩郡白根町飯野221番地の1
吹上工場	☎(048)548-1111	〒369-0192 埼玉県北足立郡吹上町南一丁目5番45号
大田原工場	☎(0287)22-7111	〒324-8510 大田原市中田原1043番地
三重工場	☎(0593)30-1511	〒510-8631 四日市市富士町1番27号
(株)富士電機総合研究所	☎(0468)56-1191	〒240-0194 横須賀市長坂二丁目2番1号
(株)FFC	☎(03)5351-0200	〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目30番3号（新宿コヤマビル）

昭和 40 年 6 月 3 日　第三種郵便物認可　平成 12 年 1 月 10 日発行（毎月 1 回 10 日発行）富士時報　第 73 巻　第 1 号（通巻第 778 号）

富士電機

本誌は再生紙を使用しています。

定価525円（本体500円）